

# Ifjú Tehetségek Találkozója



Szent István Egyetem

Budapest

2018. december 7.

A rendezvény szervezői:

Szent István Egyetem

Kertészettudományi Kar

Élelmiszertudományi Kar

Tájépítészeti és Településtervezési Kar

Szerkesztők:

Dr. Fodor Marietta

Dr. Bodor Péter

Támogatók:

Szent István Egyetem

Magyar Kémikusok Egyesülete

Szent István Egyetem Élelmiszertudományi Doktori Iskola

Szent István Egyetem Kertészettudományi Doktori Iskola

Szent István Egyetem Tájépítészeti és Tájökológiai Doktori Iskola

Az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-18-1, ÚNKP-18-2, ÚNKP-18-3, ÚNKP-18-4, ÚNKP

Bolyai+ kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programja

Felsőoktatási Intézményi Kiválósági Program (1783-3/2018/FEKUTSTRAT)

Tudományos utánpótlás erősítése a hallgatók tudományos műhelyeinek és programjainak támogatásával, a mentorálás folyamatának kidolgozásával (EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00005)

ISBN 978-963-269-800-7

## Tartalomjegyzék

|  |     |
|--|-----|
| <b>Abrankó László</b>  | 5   |
| Élelmi tápanyagok biológiai hozzáférhetőségének vizsgálatára alkalmas módszerek fejlesztése  |     |
| <b>Bodor Zsanett, John-Lewis Zinia Zaukuu, Gillay Bíborka, Gillay Zoltán, Kovács Zoltán</b>  | 9   |
| Gyors mérési módszereken alapuló modellek fejlesztése élelmiszerhamisítás detektálására  |     |
| <b>Borbély Csaba</b>   | 13  |
| Helyzetértékelés a zöld gyöngyvessző levéltetű ( <i>Aphis spiraecola</i> Patch; Hemiptera: Aphididae) jelentőségéről hazai almaültetvényekben. |     |
| <b>Csehi Barbara, Pintér Richárd, Salamon Bertold, Némethné Szerdahelyi Emőke, Takács Krisztina, Pásztorné Huszár Klára</b>                    | 17  |
| Nagy hidrosztatikus nyomáskezelés hatása kacsamell és csirkemell színparamétereire   |     |
| <b>Csenki Eszter Zita</b>  | 20  |
| Különböző cukorösszetételű jégkrémek tárolás alatt bekövetkező változásainak nyomon követése   |     |
| <b>Erdős Balázs, Valkó Petra, Varga Eszter, Misinszki Bence, Kovács Zoltán</b>   | 36  |
| Frukto-oligoszacharidok enzimikus szintézise inert membrán-reaktorral  |     |
| <b>Fekete Noémi Erika, Bujna Erika, Nguyen Duc Quang</b>   | 40  |
| Probiotikus ananászlé előállítása és a probiotikumok életképességének vizsgálata   |     |
| <b>Füzi Tamás, Ladányi Márta</b>   | 44  |
| Egyes fagykockázati indikátorok vizsgálata a Soproni borvidéken két éghajlati ciklus tekintetében (1961-1990; 1991-2016)                       |     |
| <b>Kóbori Dorottya</b>   | 48  |
| A kastélykertek szerepe a Maros tere táji örökségében  |     |
| <b>Kocsis Tamás, Ferschl Barbara, Biró Borbála</b>   | 65  |
| Rhizoszféra mikrobiális diverzitása bioszén kezelt talajban  |     |
| <b>Kovács Zsófia, Höhn Mária</b>   | 75  |
| <i>Dianthus arenarius</i> és <i>Dianthus serotinus</i> chorológiai jellemzői, morfológiai és diverzitásvizsgálata a Pannonicum területén       |     |
| <b>Lámfalusy Tamás, Marczika Andrásné dr. Sörös Csilla</b>   | 80  |
| Növényvédő szer transzformációs termékek metabolomikai vizsgálata növényi mátrixokban HPLC-MS kapcsolt rendszerekkel                           |     |
| <b>Mezőfi László</b>   | 101 |
| A peszticidterhelés hatása a pókokra (Araneae) közösségek és egyedek szintjén  |     |
| <b>Molnár Csilla</b>   | 103 |
| Levélbolha fajok előfordulása kajsziarack ültetvényekben Gönc térségében   |     |
| <b>Nagy Attila, Bodor Péter, Koch Csaba, Bálo Borbála</b>  | 107 |
| A tökeművelésmód, a sorirány és a fitotechnika hatása a szőlő lombzatának mikroklimatikus tulajdonságaira                                      |     |
| <b>Pintér Richárd, Szerdahelyi Emőke, Takács Krisztina, Pintér-Nagy Orsolya</b>  | 121 |
| Nagy hidrosztatikai nyomás hatása <i>Tenebrio molitor</i> lárvá por előállíthatóságára   |     |
| <b>Posta Blanka Boróka, Varga Zsuzsanna, Bodor Péter</b>   | 125 |
| Fitotechnikai beavatkozások hatása vörösborszőlőfajták rothadásának mértékére  |     |
| <b>Székely Richárd, Gere Attila</b>  | 129 |
| Szemmozgás és multialternatív élelmiszer-választás közötti összefüggések vizsgálata  |     |

|   |            |
|---|------------|
| <b>Szukács Gergely, Kecskeméti Sándor, Németh Dzszenifer, Geösel András</b><br>Mikotoxinok hatása a csiperke ( <i>Agaricus bisporus</i> ) termőtestek morfológiájára és fejlődésére   | <b>141</b> |
| <b>Szűcs Kata Dorina, Kovács Mónika, Szántó-Egész Réka</b><br>A norovírusok nukleinsavának kinyeréséhez és kimutatásához alkalmazható kit-ek összehasonlítása   | <b>145</b> |
| <b>Tóth Adrienn, Németh Csaba, Surányi József, Friedrich László</b><br>A HHP technológia hatása szárazárak biológiailag aktív komponenseire és mikrobiológiai biztonságára  | <b>148</b> |
| <b>Vigh Dóra</b><br>A gutaütés tüneteinek felmérése egy hazai kajszi fajtagyűjteményben   | <b>155</b> |
| <b>Zubay Péter, Jókainé Szatura Zsuzsanna, Gosztola Beáta, Pluhár Zsuzsanna, Détár Enikő, Zámboriné Németh Éva, Szabó Krisztina</b><br>Mák és levendula: intraspecifikus makro-és mikroelem-tartalom különbségek és az ipari melléktermékek hasznosíthatósága | <b>157</b> |

# **Élelmi tápanyagok biológiai hozzáférhetőségének vizsgálatára alkalmas módszerek fejlesztése**

***Abrankó László***

abranko.laszlo@etk.szie.hu

Szent István Egyetem Élelmiszertudományi Kar Alkalmazott Kémia Tanszék, 1118 Budapest  
Villányi út 29-43

## **1. Bevezetés**

Korunk jóléti, idősödő társadalmában leginkább fenyegető krónikus betegségek közül a legjelentősebbek között tartják számon a kardiovaszkuláris megbetegedéseket. E betegség kialakulásában ismerünk olyan kockázati tényezőket melyek összefüggésbe hozhatók a táplálkozással, így a helyes táplálkozást kockázatsökkentő tényezőként kell értékelni. Ezek közül az egyik a kedvezőtlen vérlipid-profil, mely összefüggésbe hozható az élelmiszereinkkel bevitt zsírokkal. A legutóbbi hazai országos tápláltsági felmérés (OTÁP2014) az ajánlásokat meghaladó és ráadásul növekvő tendenciát mutató a zsírbevitelről számol be, ezen belül a telített zsírsavakat tartalmazó lipidek fogyasztása az, amelynek csökkentése szükséges lenne. E tápanyagok beviteli értékeinek csökkentése tehát hozzájárulhat a kardiovaszkuláris megbetegedések kialakulási kockázatának csökkentéséhez.

Fontos azonban azt kihangsúlyozni, hogy amellet, hogy olyan élelmiszerek fogyasztását szorgalmazzuk, melyek a lehető legkisebb mennyiségben tartalmaznak például telített zsírsavakban gazdag triglicerideket, egy másik lehetőség is mutatkozhat ezek „bevitelének” csökkentésére, mely megközelítés az élelmiszeripar számára innovációs lehetőségekkel is kecsegtet.

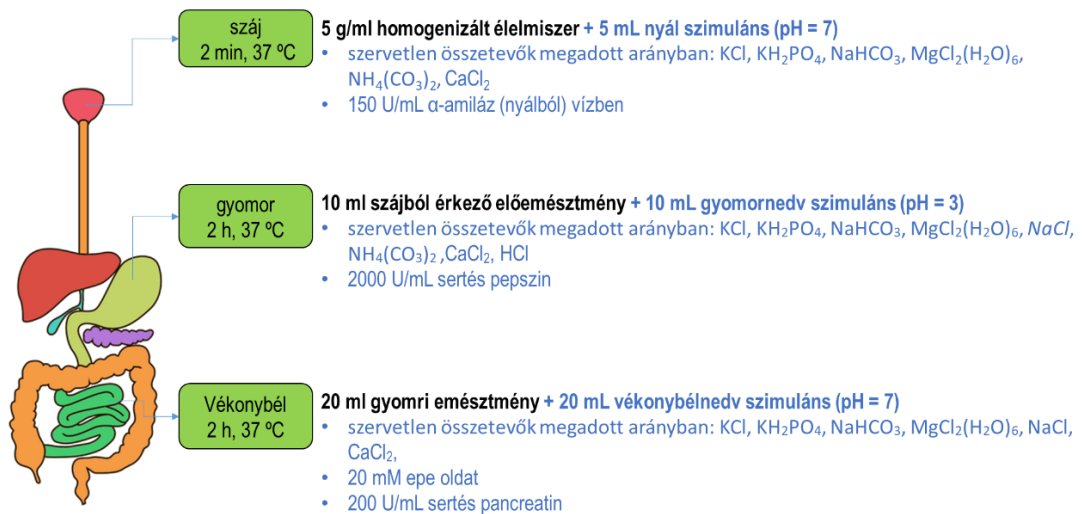
A szervezetbe jutó tápanyagok, így a zsíradék kapcsán is kulcsfontosságú tényezőként kell megemlíteni az ún. biológiai hozzáférhetőség (bioaccessibility) szerepét. Az élelmiszereink összetevőjeként értelmezett tápanyagmennyiség ugyanis nem ekvivalens azzal a hányaddal, amely az emésztés során, a tápcsatornában felszabadul. Az egészségkockázatot ugyanis értelelem szerűen, első sorban a tápcsatornában felszabaduló és így felvehető állapotba kerülő, majd innen felszívódó és a szervezet számára a vérkeringésbe kerülve rendelkezésre álló hányad jelenti. E folyamat első lépéseként értelmezhető hozzáférhető hányad csökken(t)ésével, illetve a felszívódási kinetika módosításával, a hasznosuló tápanyagok mennyisége csökkenthető, illetőleg a beviteli kinetika módosítható. Számos

törekvést találunk arra vonatkozóan, hogy az élelmiszerstruktúra módosításával, vagy speciális összetevő alkalmazásával, a lipidek táplálékból történő felszabadulását lassítsuk, vagy gátoljuk az emésztés során.

Ahhoz, hogy e technológiai törekvések sikerességéről objektív ismereteink legyenek, illetve információt szerezzünk arról, hogy a különböző kezelések, illetve összetevők milyen módon befolyásolják a hozzáférhető mennyiséget, elengedhetetlen az, hogy rendelkezésre álljanak olyan vizsgálati módszerek, melyekkel a felvehető mennyiség meghatározható. Jelen kutatásban elsőként a trigliceridek biológiai hozzáférhetőségének vizsgálatára alkalmas módszer kialakítását tűztük ki célként.

## 2. A módszerfejlesztés folyamata

Célunk eléréséhez szükséges komplex vizsgálati platform két pilléren alapul. Egyrészt, egy olyan az emberi emésztést szimuláló modell létrehozására van szükség, mely az *in vivo* folyamatokat jó közelítéssel szimuláló módon állítja elő a vizsgálandó élelmiszerekből, alapanyagokból a lipidek azon hányadát, mely az emberi emésztés során hozzáférhető mennyiségként definiálható. Az elmúlt időszakban számos „mesterséges” emésztést modellező metodika jelent meg a szakirodalomban. Fontos azt tisztán látni, hogy a kisebb-nagyobb mértékben eltérő metodikák számos egyedi előnye mellett, közös hátrányos jellemzőjük, hogy mindegyik csak közelíteni tudja az emberi szervezetben ténylegesen lejátszódó emésztési folyamatokat. Minden módszernek megvan a maga korlátja, mely és a különböző módszerekkel kapott eredmények egymással csak korlátozottan hasonlíthatók össze. Ezt a problémát egyszerűsítendő egy európai nemzetközi kutatói hálózat összefogásával megalkotásra került egy kompromisszumos módszer, mely az INFOGEST módszert nevet kapta. Jelen kutatásunkban e módszert kívánjuk alkalmazni. A módszer lényegét az 1. ábra foglalja össze:



1. ábra: az „Infogest” emésztés szimuláló modellrendszer lépései és alkalmazott emésztőoldatait.

A vizsgálati módszerek másik pillére, hogy az emésztőrendszeri modellben létrehozott mintákban a lipidek illetve ezek felszabadulására esetlegesen ható összetevők, sajátságok analitikai vizsgálatára alkalmas módszerek rendelkezésre álljanak.

### 3. Szabad zsírsavak meghatározása *in vitro* emésztményből

Az emésztményben található lipidek extrakciójára egy olyan módszerre van szükség, mely alkalmas magas víztartalmú biológiai mintákból történő extrakcióra. Ezek alapján választásunk az ún. Bligh és Dyer módszerre esett. Alapja, hogy a minta víztartalma, illetve a hozzáadott kloroform és metanol egyensúlyi rendszere egyfázisú rendszert képez. Az extrakciót követően az egyensúlyt megbontjuk további kloroform és víz hozzáadásával. A kétfázisúvá váló rendszer kloroform fázisa tartalmazza a lipideket (szabad és mono-, di-, valamint triacil-glicerol észtereket és a nem szappanosítható lipideket is.) Az emésztményben található szabad zsírsavakat GC-MS módszerrel kívánjuk vizsgálni. Ez a kromatográfiás módszer szükségessé teszi, a szabad zsírsavakból metilészterek kialakítását. Az élelmiszerek zsírsavprofilozásának ez a klasszikus módja. Ekkor általában MeOH/KOH elegyből ún. lúgkatalizált átészterezést hajtanak végre. Fontos megjegyezni, hogy ez a származékképzési módszer azonban csak acilgliceridek esetén működik, szabad zsírsavak esetén a lúgos közegben szappanok keletkeznek. Ezért biológiai hozzáférhető szabad zsírsav frakció meghatározása ennél összetettebb megközelítést igényel. A feladat megoldására két módszert tervezünk:

Az első megközelítésben szilárd fázisú extrakcióval (solid phase extraction, SPE) választjuk el az extraktumban a szabad zsírsavakat és a lipázok által el nem hidrolizált acilglicerideket. Ezeket

anioncserés SPE tölteten egymástól elvileg elválaszthatók. Az első lépésben neutrális, apoláris oldószerrel mosva a töltetet, a semleges (glicerolészterek) eltávolíthatók. Majd ezt követően ecetsavas, apoláris (pl.: dietil-éter) oldószerrel történő mosással, az anionos szabad zsírsavak is eluálhatók a töltetről. A szabad zsírsavakat ezt követően savkatalizált metilezéssel metilészterekké alakítva lehet GC technikával mérni.

A másik megoldás, hogy SPE mellőzésével, két külön lépésben határozzuk meg a (i) totál szabad zsírsav (free fatty acids, FFA) mennyiségét ( $FFA_T$ ) és az (ii) észteresített monoacil-, diacil és triacil glicerid (MAG, DAG, TAG) zsírsavak összesített mennyiségét. ( $FFA_E$ ). A szabad zsírsavakat a T-E különbségként kapjuk. Ehhez elsőként az extraktumból a klasszikus módszerhez hasonlóan lúgos észterezést hajtunk végre. Ekkor az emésztés során nem felszabadított (észteresítve maradt) monoacil-, diacil és triacil gliceridek (MAG, DAG, TAG) átésztereződnek. A szabad zsírsavakból pedig a lúg hatására szappan keletkezik, ezek nem metileződnek. A keletkező mintából tehát az emésztetlen (észteresített) zsírsavak mennyiségét tudjuk GC technikával meghatározni.

Egy második lépésben az eredeti extraktumot elsőként lúgos hidrolízisnek vetjük alá. Ekkor az emésztetlen, észteresített zsírsavak is felszabadulnak és a szabad zsírsavakkal együtt szappanokat képeznek. Vagyis a minta teljes zsírsavmennyisége szappan formájában van jelen. Ezt követően erősen savas ( $H_2SO_4$ ) közegben a szappanokat megbontjuk és savkatalizált metilezéssel származékot képzünk belőlük. Az így apolárisra vált észtereket apoláris oldószerbe (hexán) extaháljuk és GC-vel mérjük. Az így kialakuló mintából, az összes zsírsav-tartalmat tudjuk meghatározni.

A fenti megközelítések alapján terveink szerint az *in vitro* emésztményekből meghatározhatóvá válik a szabad zsírsavak mennyisége. Ez azért fontos, mert az elfogyasztott triacilglicerideknek (TAG) ezt a hányadát tekinthetjük a biológiailag hozzáférhető frakciónak, hiszen az elfogyasztott triacilgliceridek felszívódása döntő többségében szabad zsírsavként történik meg.

A bemutatott kutatómunkában, a terveknek megfelelően jelenleg az emésztőrendszeri modell összeállítása és kipróbálása, illetve a GC-MS módszer kidolgozása folyik.



## **Gyors mérési módszereken alapuló modellek fejlesztése élelmiszerhamisítás detektálására**

### **Development of rapid measurement methods to detect food adulteration**

*Bodor Zsanett, John-Lewis Zinia Zaukuu, Gillay Biborka, Gillay Zoltán, Kovács Zoltán\**

\*[kovacs.zoltan3@etk.szie.hu](mailto:kovacs.zoltan3@etk.szie.hu)

Szent István Egyetem Élelmiszertudományi Kar Fizika Automatika Tanszék, 1118 Budapest,  
Somlói út 14-16.

### **Összefoglalás**

Napjainkban komoly probléma az élelmiszerek, mint például húsok, mézek, borok, fehérjeporok és bébiételek hamisítása (Csilla & János, 2014), amelynek kiszűrése és detektálása egy komplex feladat. Kutatásaink célja, főbb élelmiszerhamisítás fajták detektálására alkalmas gyors módszerek fejlesztése. Jelen kutatási szakaszban a mézek hőkezeléssel, Tokaji Aszú cukorral és must sűrítménnyel, valamint fehérjeporok adalékokkal történő hamisításának detektálhatóságával foglalkozunk.

### **Kulcsszavak**

*közeli infravörös spektroszkópia, elektronikus nyelv, kemometria, Tokaji Aszú, méz*

### **1. Bevezetés, a munka célja**

Az élelmiszeripar egyik komoly problémája az élelmiszerhamisítás, amelynek kiszűrése és detektálása komplex feladat (Csilla & János, 2014). Kutatásunkban mézek, fehérjeporok és borok hamisításának gyors mérési módszerekkel való tettenérhetőségével foglalkozunk. Mézek esetében gyakoriak a feldolgozás során történő manipulációk, mint például a melegítés (Zábrodská & Vorlová, 2014). A Tokaji Aszú is gyakran válik hamisítás áldozatává, előfordul, hogy normál szőlőből készített koncentrátumot adnak a Tokaji borhoz az aszúszemek használata helyett. A fehérjetartalom meghatározására alkalmazott standard módszerek a teljes nitrogén tartalomról szolgáltatnak információt, ezért a táplálékkiegészítő fehérjepor gyártók ki vannak szolgáltatva a beszállítók által szolgáltatott alapanyagok minőségének. Az élelmiszerhamisítási eljárások kimutatására jelenleg leginkább vegyszer-, időigényes és drága módszereket alkalmaznak (pl. HPLC, GC, LC/MS).

Célunk gyors mérési módszerek alkalmazása és vonatkozó matematikai modellek fejlesztése főbb élelmiszerhamisítási eljárások detektálására. Specifikus cél a közeli infravörös spektroszkópia (NIRS) és az elektronikus nyelv (ET) alkalmazása mézek, borok és fehérjeporok hamisításának kimutatására.

## **2. Vizsgált anyagok és alkalmazott módszerek**

### *2.1. Mézek vizsgálata*

A vizsgálatok során akác-, hárs-, napraforgó- és vegyes virágmézeken alkalmaztunk minimális hőkezelést. Valamennyi mézfajtából három-három ugyanazon hordóból származó mintát gyűjtöttünk be és használtunk párhuzamos mintákként. A mézeket vízfürdőben tartottuk 30, 60 és 120 percig, 40°C, 50°C és 60°C-on, amely a kontrollokkal együtt 120 mintát eredményezett. A hőkezelt és kontroll mézminták következő paramétereit mértük: főbb minőségi indikátorok (pH, elektromos vezetőképesség, szárazanyag-tartalom), szín jellemzők CIE  $L^*a^*b^*$  koordináta-rendszerben, spektrofotometriás módszerrel megállapított HMF tartalom és ABTS antioxidáns kapacitás. Rögzítettük továbbá a minták NIRS spektrumait és ET jelválaszait.

### *2.2. Borok vizsgálata*

A mérések során borok két különböző típusú hamisítási módszerét modelleztük. Az egyiknél az alapbort négy koncentráció szinten kevertük must sűrítménnyel, hogy a Tokaji Aszú és Tokaji Fordítás I. és II. osztályú boraira jellemző cukorkoncentrációt elérjük, a másikonál szacharózt kevertünk Tokaji Aszú borba az újra-fermentáció előtt. Minden mintát három párhuzamossal állítottuk elő és négy ismételt mérést végeztünk az Alpha Astree elektronikus nyelvvel, amely mintánként 12 párhuzamos mérést eredményezett.

### *2.3. Fehérjeporok vizsgálata*

A mérésekhez az izomnövelés fokozásához használt tejsavó, borsó és marha fehérjeport kevertünk melaminnal, ureaával, taurinnal és glicinnel. A keverékek hat megnövelt nitrogén szintre lettek beállítva, egy, kettő, három, vagy mind a négy adalék alap fehérjeporhoz való adagolásával, úgy, hogy az adalékok nitrogén hozzájárulása egymáshoz képest azonos legyen. Ez az elrendezés három párhuzamos mintaelőkészítéssel 810 mintát eredményezett. Ezeket mértük MetriNIR asztali és NIRscan Nano kézi infravörös spektrométerekkel háromszoros ismétléssel.

### *2.4. Statisztikai adatelemzés*

Az adatok elemzéséhez egy- és többváltozós statisztikai módszereket alkalmaztunk. A főkomponens analízissel (PCA) megvizsgáltuk a többváltozós térben kialakult mintázatokat, míg lineáris

diszkriminancia analízissel (LDA) a hamisítatlan és hamisított csoportok elkülöníthetőségeit teszteltük. A boroknál és fehérjeporoknál parciális legkisebb négyzetek regresszióval (PLSR) becsültük az összetételt. A modellek robusztusságát keresztvalidációval és független validációval teszteltük.

### **3. Kísérleti eredmények és kiértékelésük**

#### *3.1. Mézek vizsgálatának eredményei*

A méz melegítés vizsgálatának eredményei azt mutatták, hogy a szín ( $L^*$  és  $b^*$  paraméterek), NIRS és ET különösképpen a vegyes, hárs és napraforgómézek esetében alkalmasak voltak a hőkezelt minták kontroll mintáktól való elkülönítésére. A napraforgómézek esetében a NIRS-el végzett LDA elemzések során 100%-os és 94,2 %-os volt a helyes osztályba sorolás a modell építés és validáció esetén. A HMF és ABTS antioxidáns kapacitás mérés ilyen szintű hőkezelést nem tudott kimutatni.

#### *3.2. Borok vizsgálatának eredményei*

A PCA a vizsgált hamisított és nem hamisított borminták csoportjainak egyértelmű elkülönülését mutatta az ET eredményei alapján. A szacharózzal hamisított minták közelebb álltak a hamisítatlan minták csoportjához, tehát a fogyasztók könnyebben megtéveszthetők ezzel a hamisítással. Az LDA 100%-os helyes osztályozást eredményezett a vizsgált minták elkülönítésére. PLSR modell szoros korrelációt mutatott ( $R^2=0.98$ ) a Tokaji Aszú minták cukortartalma és az ET eredmények között.

#### *3.3. Fehérjeporok vizsgálatának eredményei*

A PLSR a megfelelő spektrum előkezelési eljárások után mind a négy összetevőre kb. 0,5 %-os hibával a MetriNIR asztali műszer esetén, és kb. 1 %-os hibával a NIRScan Nano kézi műszer esetén adott becslést az adalékolt mintákban lévő hamisító anyagok becslésére, úgy, hogy a különböző fehérjékre (tejsavó, borsó és marha) különböző kalibrációt készítettünk.

### **4. Következtetések**

A közeli infravörös spektroszkópia, valamint elektronikus nyelv módszerek alkalmasnak bizonyultak a mézek minimális hőkezelésének, valamint a borok különböző hamisítási módszereinek detektálására. Továbbá a NIRS módszerek 1% alatti hibával képesek voltak megbecsülni fehérje porok különböző anyagokkal történt szennyezettségét. Eredmények megerősítik, hogy mindkét technika a minőségellenőrzési rendszer hasznos eszközeként szolgálhat.

### **5. Irodalomjegyzék**

- Csilla, A., & János, C. (2014). *Élelmiszer-hamisítás, múlt, jelen, jövő. Chimica Acta Scientiarum Transylvanica* (Vol. 3).
- Zábrodská, B., & Vorlová, L. (2014). Adulteration of honey and available methods for detection – a review. *Acta Veterinaria Brno*, 83(10), S85–S102. <https://doi.org/10.2754/avb201483S10S85>

## **Helyzetértékelés a zöld gyöngyvessző levéltetű (*Aphis spiraecola* Patch; Hemiptera: Aphididae) jelentőségéről hazai almaültetvényekben**

### **The importance of the green spiraea aphid (*Aphis spiraecola* Patch, Hemiptera: Aphididae) in the apple orchards of Hungary**

***Borbély Csaba***

borbely.csaba01@gmail.com

Rovartani Tanszék; 1118 Budapest, Ménesi út 44. A épület, 2. emelet

#### **Összefoglalás**

A zöld gyöngyvessző levéltetű (*Aphis spiraecola* Patch) első hazai detektálása (2006) óta nem született átfogó vizsgálat a faj hazai elterjedtségének és almaültetvényekben betöltött szerepének tisztázására. A szubtrópusi eredetű, idegenhonos *A. spiraecola* rendelkezik azzal a potenciállal, hogy kedvező ökológiai körülmények között kiszorítsa az őshonos zöld almalevéltetű (*Aphis pomi* DeGeer) fajt. Vizsgálatainkat 6 év tenyészidőszakában (2014-2019) végezzük hazai almaültetvényekben. Összesen 28 almaültetvényből gyűjtöttünk levéltetűmintát a teljes tenyészidőszak során havi rendszerességgel, ezáltal az ország teljes területét lefedve. A levéltetűegyedeket 70 m/V%-os etanol oldatban konzerváltuk és sztereomikroszkóp segítségével határoztuk meg. Külön vizsgáltuk, hogy az ültetvényekben alkalmazott növényvédelmi eljárások (ökológiai-, integrált- vagy konvencionális növényvédelem) milyen hatást gyakoroltak a két faj gyakoriságának alakulására. Az *A. spiraecola* az ország teljes területén előfordult, napjainkra széleskörben elterjedt almakártevővé vált a Kárpát-medencében. Az észak-amerikai és dél-európai trendektől eltérően azonban Magyarországon nem tudott domináns fajjá válni az *A. pomival* szemben, a faj zöld *Aphis* együtteseken belüli átlagos éves részaránya 15%. Az eltérő növényvédelmi kezelésekből részesített ültetvényekben eltérően alakult a két faj abundanciája: míg a széles hatásspektrumú növényvédő szereket is alkalmazó ültetvényekben a levéltetvek teljes abundanciája meghaladta az ökológiai gazdálkodású ültetvényekben mért értékeket, addig az *A. spiraecola* részaránya a teljes együttesen belül az ökológiai gazdálkodású ültetvényekben volt nagyobb. Ennek oka vélhetően az őshonos *A. pomi* jobb adaptálódása a hazai növényvédelmi gyakorlatban használatos széles hatásspektrumú hatóanyagokhoz.

***Kulcsszavak*** *Aphis spiraecola*, *Aphis pomi*, kompetíció, rezisztencia

## 1. Bevezetés, a munka célja

A zöld gyöngyvessző levéltetű (*Aphis spiraecola* Patch) heteroecikus, polifág levéltetűfaj (Basky, 2005). Fő tápnövényei a mérsékelt égövben a gyöngyvessző fajok, amikről a 2. leánynemzedéket követően vándorol át számtalan nyári tápnövényére, köztük az almára is (Komazaki, 1982). Az őshonos zöld alma levéltetű (*Aphis pomi* DeGeer) ezzel szemben monoecikus, és oligofág táplálkozású (Basky, 2005). A két faj morfológiailag rendkívül hasonló egymáshoz, ami hátráltatja az *A. spiraecola* elterjedtségének feltérképezését, és a múltban számos félrehatározáshoz vezetett (Halbert és Voegtlin, 1992, Footitt et al. 2009). Az *A. spiraecola*- inváziós faj lévén- létezik azzal a potenciállal, hogy a vele azonos niche-t elfoglaló, őshonos *A. pomi* fajt kiszorítva (competitive displacement) domináns fajjá váljon az almaültetvényekben (Brown et al. 1995; Mezei és Kerekes, 2006; Rakauskas et al. 2015). Laboratóriumi körülmények között az *A. spiraecola* toleranciája több rovarölő hatóanyagcsoporttal szemben is nagyobb, bizonyult az *A. pomi*éval szemben (Mezei és Kerekes, 2006; Lowery et al. 2006). Bár a faj első magyarországi detektálása már több mint tíz évvel ezelőtt megtörtént (Mezei és Kerekes, 2006), máig nem született átfogó vizsgálat a faj hazai elterjedtségéről és növényvédelmi jelentőségéről hazánkban. Munkánk célja az *A. spiraecola* hazai elterjedtségének, dominanciájának, illetve növényvédő szerekkel és egyéb ökológiai faktorokkal szembeni ellenálló képességének vizsgálata szabadföldi körülmények között.

## 2. Vizsgált anyagok és alkalmazott módszerek

Az *A. spiraecola* hazai elterjedtségének felmérése céljából összesen 28 magyarországi almaültetvényből vettünk mintát 2014, 2015 és 2016 tenyészidőszaka során. A mintavételt havi rendszerességgel végeztük (áprilistól októberig), ültetvényenként 33 kolóniából 3-3 egyedet gyűjtöttünk be egyeléses módszerrel. A mintákat 70m/V%-os etanol oldatban konverzáltuk, a levéltetvek faji hovatartozását morfológiai úton határoztuk meg sztereomikroszkóp segítségével. A növényvédelmi kezelések két faj gyakoriságára kifejtett hatásának vizsgálatára összesen 4 ültetvényt (Mihályi, Pázmándfalu, Újfehértó és Tardoskedd településeken) végeztünk mintavételt 2018 tenyészidőszaka során 4 alkalommal (május, június, július, szeptember). Az ültetvényt egyike ökológiai, míg a másik integrált növényvédelmi módszerekkel kezelt ültetvény volt. A mintavételek háttéradatként felvettük az ültetvény aktuális hajtásnövekedési adatait, illetve az ültetvényben a levéltetvek teljes abundanciáját. A minták begyűjtését illetve feldolgozását a nagy országos mintavételről leírtak szerint

végeztük. Adatainkra statisztikai elemzést végeztünk. Az egyes ültetvénytípusokra vonatkozó vizsgálatot terveink szerint 2019 tenyészidőszakában megismételjük.

### 3., Kísérleti eredmények és kiértékelésük

A vizsgált 28 hazai ültetvényből az *A. spiraecola* 25 ültetvényben kimutatható volt, tehát a faj mára széles körben elterjedt Magyarországon. A faj zöld levéltetű-együttesen belüli részaránya azonban a teljes tenyészidőszak során az őshonos *A. pomi* aránya alatt maradt: csúcsát a nyár közepén érte el (átlagosan 25% részaránnal), míg éves részaránya 15%- volt. Megállapítható tehát, hogy bár az *A. spiraecola* széles körben elterjedt a hazai almaültetvényekben, de az őshonos *A. pomi* domináns szerepét nem tudta átvenni.

Bár eredményeink szerint a hajtásnövekedés intenzitása és a levéltetvek teljes abundanciája aszinkront mutatott, összességében megállapítható, hogy az intenzívebben metszett, műtrágyázott és öntözött integrált növényvédelemben részesített ültetvényekben mind a hajtásnövekedés, mind a levéltetvek teljes abundanciája nagyobbak bizonyult, mint az ökológiai gazdálkodású ültetvényekben. Ezzel szemben az *A. spiraecola* zöld levéltetveken belüli részaránya az ökológiai növényvédelmű ültetvényekben meghaladta az integrált növényvédelmű ültetvényekben mért értékeket. Ennek oka vélhetően az, hogy az őshonos *A. pomi* részben már alkalmazkodott a hazai növényvédelmi gyakorlatban használt széles hatásspektrumú rovarölő szerekhez, míg a Közép-Európába nemrégiben érkezett *A. spiraecola* még nem fejlesztett ki ilyen toleranciát.

### 4. Következtetések

Összességében megállapítható, hogy napjainkra az *A. spiraecola* az alma széleskörben elterjedt kártevőjének tekinthető Magyarországon, ennek ellenére nem vált domináns fajjává, és növényvédelmi jelentősége másodlagos. Nagyobb arányú megjelenésére elsősorban alacsony peszticidterhelés (ökológiai gazdálkodású ültetvények, parkok, házikertek) esetében számíthatunk. A klímaváltozás hatására szerepe azonban felértékelődhet, hosszú távon - a mediterrán országokhoz hasonlóan-hazánkban is jelentős almakártevővé válhat.

### 5. Irodalomjegyzék

1. Basky, Z. 2005. Levéltetvek. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
2. Brown, M.W., Hogmire, H.W and Schmitt, J.J. 1995. Competitive displacement of apple aphid by spirea aphid (Homoptera: Aphididae) on apple as mediated by human activities. Environmental Entomology. 24: 1581–1591.

3. Footitt, R.G., Lowery, D.T., Maw, H.E.L., Smirle, M.J., Lushai, G. 2009. Identification, distribution, and molecular characterization of the apple aphids *Aphis pomi* and *Aphis spiraecola* (Hemiptera: Aphididae: Aphidinae). *Canadian Entomology*. 141: 478–495.
4. Halbert, S.A., Voegtlin, D.J. 1992. Morphological differentiation between *Aphis spiraecola* and *Aphis pomi* (Homoptera: Aphididae). *The Great Lakes Entomologist*. 25: 1–8.
5. Komazaki, S. 1982. Effects of constant temperatures on population growth of three aphid species, *Toxoptera Citricidus* (Kirkaldy), *Aphis citricola* Van der Goot and *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) on citrus. *Applied Entomology and Zoology*. 17: 75–81.
6. Lowery, D.T., Smirle, M.J., Footitt, R.G., Beers, E.H. 2006. Susceptibilities of apple aphid and spirea aphid collected from apple in the Pacific Northwest to selected insecticides. *Economical Entomology*. 99: 1369–1374.
7. Mezei, I., Kerekes, G. 2006. Az *Aphis spiraecola* Patch (Homoptera, Aphididae) megjelenése és kártétele Magyarországon. *Növényvédelem*. 42: 79–85.
8. Rakauskas, R., Basilova, J., Bernotienė, R. 2015. *Aphis pomi* and *Aphis spiraecola* (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aphididae) in Europe- new information on their distribution, molecular and morphological peculiarities. *European Journal of Entomology*. 112: 270–280.



## **Nagy hidrosztatikus nyomáskezelés hatása kacsamell és csirkemell színparamétereire**

### **Effect of high hydrostatic pressure on the colour changes of duck and chicken breast**

***Csehi Barbara<sup>a\*</sup>, Pintér Richárd<sup>a</sup>, Salamon Bertold<sup>a</sup>, Némethné Szerdahelyi Emőke<sup>b</sup>, Takács  
Krisztina<sup>b</sup>, Pásztorné Huszár Klára<sup>a</sup>***

\*Csehi.Barbara@etk.szie.hu

<sup>a</sup>Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, Hűtő- és Állattermék Technológiai Tanszék,  
Budapest, 1118 Ménesi út 43-45

<sup>b</sup>Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ, Élelmiszer-tudományi Kutatóintézet, Biológia  
Osztály, 1022 Budapest, Herman O. u. 15.

### **Összefoglalás**

A kísérlet során három különböző csirke és kacsamellhúsának színváltozását követtük nyomon a nagy hidrosztatikus nyomáskezelést követően. A mintákat egységesen 5 perces (4°C) nyomáskezelésnek vetettük alá 0 MPa (nyomáskezelés nélküli, kontroll minta) 150 MPa, 300 MPa, 450 MPa, 600 MPa nyomásértékeken. Megállapítható, hogy a nyomásszintek növelésével folyamatosan növekedtek az L\* valamint a b\* színtényezők értékei mind a kacsamell mind pedig a csirkemell esetében, vagyis a minták színezete fokozatosan világosabb és kismértékben sárgább színű lett. Az a\* színparaméter értékei alapvetően nem változtak a nyomáskezelések hatására.

***Kulcsszavak*** HHP, csirke, kacsamell, szín

### **1. Bevezetés, a munka célja**

Az állati eredetű termékek (hús, tej, tojás és hal) teljes mennyisége valamint egy főre jutó fogyasztása is globális mértékben növekszik. Ez a növekedés a jobb életszínvonalat, a fogyasztói keresletet és a hatékony termelést tükrözi (SCANES 2018). Az állati eredetű termékekből származó legfontosabb tápanyag a fehérje (ABP), fogyasztásának növekedése világszinten körülbelül 50 évvel ezelőtt kezdődött (SANS, COMBRIS 2015). A kereslet növekedésével a fejlődő országokban robbanásszerűen megnövekedtek a monogasztrikus fajok (sertés, baromfi) száma (DELGADO 2003). Világviszonylatban

a kacsahús fogyasztása körülbelül 4,5 millió tonna, ez a csirke esetében 107 millió tonnára tehető (FAOSTAT, 2018). Joggal mondhatjuk, hogy az élelmiszeripar egy jelentős részét képezik, így a kísérleteink alapjául szolgálhattak.

A nagy hidrosztatikus nyomáskezelés (HHP) egy olyan kíméletes nem termikus tartósító eljárás (GROSSI et al. 2016), melynek hatására az élelmiszerben lévő mikroorganizmusok részben vagy teljesen inaktiválódnak. A mikroorganizmusok inaktiválásával a termék minőség megőrzési ideje növelhető (MOREIRA et al. 2015). A technológiát az élelmiszerek biztonságának növelésére, és minőségének hosszabb távú biztosítására használják (CONSIDINE et al. 2008; RENDUELES et al. 2011). Olyan alternatív technológia, melynek során a termék organoleptikus és tápérték tulajdonságai csak kis mértékben változnak (CAMPUS, 2010, CHERET et al. 2005). A HHP kezelés hatására a fehérje molekulák szerkezeti változásokon mehetnek keresztül, melynek mértéke változó lehet. A technológia összetett hatása, valamint a különböző termékek sokszínűsége miatt elengedhetetlen, hogy az egyes termékeket önmagukban és egyes mátrixokban külön is megvizsgáljuk. A kidolgozott kísérletterv első részeként különböző egyedekből vett a kacsamell és csirkemell minták szín és pH változását követtük nyomon a nyomáskezelést követően. A kísérlet következő fázisában pedig megvizsgáljuk, hogy az (in vitro) emésztési protokoll mellett a nagy hidrosztatikus nyomáskezelés hogyan hat ezen az állati eredetű termékek/fehérjék emészthetőségére, valamint oldhatóságára.

## **2. Vizsgált anyagok és alkalmazott módszerek**

A kacsamell és csirkemell mintákat kereskedelmi forgalomból szereztük be. A vizsgálatokat három különböző kacs és három különböző csirke mellhúsán végeztük el, a színmérés során tíz míg a pH mérés során három párhuzamost mértünk. A nyomáskezelést egy Resato FPU-100-2010 (Resato International B.V, Hollandia) típusú berendezéssel hajtottuk végbe. A mintákat egységesen 5 perces nyomáskezelésnek vetettük alá a következő nyomásértékeken: 0 MPa (nyomáskezelés nélküli, kontroll minta) 150 MPa, 300 MPa, 450 MPa, 600 MPa.

Színmérésemhez MINOLTA CR-400 (Konica Minolta, Japán) típusú színmérő készüléket használtunk. Reflexiós színmérés során a készülék által megadott három adat az  $L^*$ ,  $a^*$  és  $b^*$  melyek segítségével lehet következtetni a minták színére és színváltozására.

### 3., Kísérleti eredmények és kiértékelésük

A nagy hidrosztatikus nyomáskezelés hatására az  $L^*$  világossági színtényező változott a legnagyobb mértékben, mely megállapítható mind a kacsas és csirkehús esetében is. A nyomásszintek növelésével folyamatosan növekedtek az  $L^*$  értékek is, vagyis a minták színezete fokozatosan világosabb lett. Kacsamell esetében a kezelés nélküli minták átlag értéke  $L^*=41,18$  volt, míg a 600MPa nyomáskezelt minták esetében ez  $L^*=65,90$  értékre növekedett. Hasonlóan a csirkemell esetében is a kezdeti  $L^*=53,77$  értékről  $L^*=82,11$  értékre emelkedett a legnagyobb szintű nyomáskezelés kivitelezése után. A  $b^*$  színtényező esetében is a nyomáskezelések szintjeinek növelésével folyamatosan növekedtek a mért értékek, vagyis a minták színpontja a sárga tartomány felé mozdult el a színtérben, bár kevésbé drasztikus mértékben. Az  $a^*$  színérték eredményeiben ehhez hasonló összefüggést nem lehetett felfedezni, mely jóformán szinte nem változott.

### 4. Irodalomjegyzék

- Campus, M. (2010): High Pressure Processing of Meat, Meat Products and Seafood, Food Engineering Reviews. 2 (4), 256-273.
- Cheret, R., Delbarre-Ladrat, C., Lamballerie-Anton, M. & Verrez-B Agnis, V. (2005): High-pressure effects on the proteolytic enzymes of sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) fillets. J. Agr. Food Chem., 53, 3969–3973.
- Considine, K.M., Kelly, A.L., Fitzgerald, G.F., Hill, C. & Sleator, R.D. (2008): High-pressure processing – effects on microbial food safety and food quality. FEMS Microbiol. Lett., 281, 1–9.
- Delgado C.L. (2003): Rising consumption of meat and milk in developing countries has created a new food revolution, The Journal of Nutrition, 133 (11) pp. 3907S-3910S
- Grossi, A., Olsen, K., Bolumar, T., Rinnan, Å., Øgendal, L.H. & Orlén, V. (2016): The effect of high pressure on the functional properties of pork myofibrillar proteins. Food Chem., 196, 1005–1015.
- Moreira, S.A., Duarte, R.V., Fernandes, P.A.R., Alves, S.P., Bessa, R.J., Delgadillo, I. & S Araiva, J.A. (2015): Hyperbaric storage preservation at room temperature using an industrial-scale equipment: Case of two commercial ready-to-eat pre-cooked foods. Innov. Food Sci. Emerg., 32, 29–36.
- P. Sans P. Combris (2015): World meat consumption patterns: An overview of the last fifty years (1961–2011) Meat Science Volume 109, Pages 106-111
- Rendueles, E., Omer, M.K., Alvseike, O., A Lonso-Calleja, R., Capita, R. & Prieto, M. (2011): Microbiological food safety assessment of high hydrostatic pressure processing. LWT–Food Sci. Technol., 44, 1251–1260.
- Scanes Colin G. (2018): Chapter 3, Animal Products and Human Nutrition, Animals and Human Society, Pages 41-64
- FAOSTAT, 2018 Meat, Duck. In Livestock Primary, November 20. 2018
- <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL>

## **Különböző cukorösszetételű jégkrémek tárolás alatt bekövetkező változásainak nyomon követése**

### **Changes of different sugar-composition ice creams during storage**

***Csenki Eszter Zita***

eszi.csenki@gmail.com

Hűtő és Állattermék Technológiai Tanszék, 1118 Budapest, Ménesi út 43-45.

#### **Összefoglalás**

A jégkrém a legnagyobb mennyiségben fogyasztott fagyasztott desszert, melynek piaca világvizonylatban is folyamatosan növekszik. (Internet 1.) Méréseim során célul tűztem ki a különböző alternatív édesítőszerrel készült jégkrémek állománybeli, termofizikai és érzékszervi tulajdonságainak változásainak vizsgálatát a hat hónapos tárolás ideje alatt. Emellett kétféle csomagolóanyagot alkalmaztam a tárolás során, azzal a céllal, hogy meghatározzam, a hőmérséklet fluktuáció befolyásolja-e a minőségváltozást. Élelmiszerbiztonsági szempontból pedig azt vizsgáltam, hogy a mintában lévő *Staphylococcus aureus* és *Listeria innocua* szennyezettség hogyan változik a tárolás során az alkalmazott cukrok függvényében.

Az eredményeim alapján jól kirajzolódik, hogy egyes vizsgált tulajdonságok szignifikáns kapcsolatban vannak az alkalmazott édesítőszer fajtájával és/vagy a csomagolóanyag fajtájával. A jégkrémek olvadákonysága minden esetben a cukoralkoholokkal készült minták esetében volt magasabb, illetve azt is megfigyeltem, hogy a hungarocell csomagolóanyag alkalmazása stabilabb, kevésbé olvadékony mintákat eredményezett. DSC-vel vizsgáltam a minták termofizikai tulajdonságainak változását, majd számoltam a ki nem fagyott víztartalmat. Az adatok alapján jól látszik, hogy az első hónapban nincs szignifikáns változás, majd a tárolás folyamán drasztikusan csökken a kötött vízfrakció aránya, a jégkrém szerkezete minden minta esetében elengedte a vizet. Az alkalmazott csomagolóanyag és édesítőszer a változás mértékét befolyásolta. A fénymikroszkópos vizsgálat szignifikáns különbséget mutatott két minta esetében az átlagos jégkristály méretet illetően. Az objektív, műszeres mérések mellett érzékszervi bírálatot is végeztem a tárolt jégkrémeken. A bírálók pontszámai alapján, a tárolás harmadik hónapjától szignifikáns különbség rajzolódott ki a minták jegessége, jégkristály mérete és az általános kedveltség között.

A *Staphylococcus aureus* és *Listeria innocua* baktériumokra végzett Challenge-teszt kimutatta, hogy a szennyező mikrobák száma nem csökkent a féléves tárolás során egyik minta esetében sem.

Mérési eredményeim alapján megállapítottam, hogy a cukoralkoholokkal készült, hungarocell csomagolóanyagban tárolt jégkrém számos tulajdonságát tekintve szignifikánsan különbözik a többi mintától, a tárolás során bekövetkező változások ez esetben a legalacsonyabb mértékűek.

### ***Kulcsszavak***

*jégkrém, maltit, eritrit, átkristályosodás, jégkristály méret*

## **1. Bevezetés, a munka célja**

A modern táplálkozás-élettani igényeknek megfelelően a jégkrémek piacán is egyre szélesebb körben jelennek meg olyan termékek, melyek a tudatos, változatos életmódba is könnyen beilleszthetők. Az egyik fő fejlesztési irány a különböző csökkentett energiatartalmú változatok megjelenése, alternatív édesítőszer felhasználása.

A jégkrém megfelelő minőségének megőrzése szempontjából kritikus pont a fagyasztva tárolás folyamata, illetve a fogyasztó háztartási fagyasztószekrényéig tartó hűtőlánc, a megfelelő tárolási körülmények biztosítása. A túl magas tárolási hőmérséklet, illetve a hőmérséklet fluktuációja átkristályosodást okozva komoly minőségromlást eredményez a jégkrémek szerkezetét, állományát illetően.

Mivel ezen termékkör fagyasztása szezonális, ezért a gyártóüzemek, kereskedelmi láncok logisztikai bázisai gyakran kényszerülnek arra, hogy hosszú hónapokig tárolják a jégkrémeket eladás előtt. Számukra fontos ismeret a tárolási hőmérséklet és a hőmérséklet fluktuáció termékre gyakorolt hatásának mértéke, melyet gazdasági szempontokkal együtt mérlegelve tudnák megválasztani az optimális tárolási körülményeket, illetve csomagolóanyagot.

Az ipari tömeggyártás előtérbe kerülésével egyre hangsúlyosabbá vált, hogy a késztermékek élelmiszerbiztonsági szempontból is kifogástalanok legyenek a fogyaszthatósági vagy minőségmegőrzési idő végéig. Habár a jégkrém gyártástechnológiája során hőkezeléssel elpusztítjuk a mixben található mikroorganizmusokat, az utólagosan hozzáadott ízesítőanyagok, egyéb adalékok mikrobiológiai szennyezettsége időnként komoly megbetegedéseket okoz. A romlást okozó, vagy patogén baktériumok jelentős részének megfelelő szaporodási közeget nyújt a jégkrém összetétele, emellett a fagyasztás és a fagyasztva tárolás során is fennáll a mikroorganizmusok túlélésének

lehetősége. Éppen ezért azt is vizsgáltam, hogy a receptben alkalmazott édesítőszer fajta, illetve a csomagolás befolyásolja-e a mikroorganizmusok számának változását.

Céлом volt a különböző édesítőszer kombinációjával készített, különböző körülmények között tárolt jégkrémek termofizikai, állománybeli és érzékszervi változásainak vizsgálata.

## 2. Irodalmi áttekintés

A Magyar Élelmiszerkönyv 2-401 irányelve alapján a jégkrémek meghatározott összetevőkből hőkezeléssel, rendszerint homogénezéssel, szükség szerint érleléssel és hűtött állapotban végzett habosítással, ezt követően fagyasztással készülnek. Állományuk szilárd vagy pépes, illetve fontos jellemzőjük, hogy a jégkrémeket fagyasztott állapotban tárolják és szállítják. A fagyasztott élelmiszerek közül is kiemelkedik, mivel ebben az állapotban is fogyasztják el. (Magyar Élelmiszerkönyv, 2-401 irányelv)

A jégkrém fagyott állapotú hab, amelyben a vizes fázisban diszpergált levegőbuborékok alakítják ki a kívánt állományt. (Marshall et al., 2003) Alapvető összetevője a tej, tejszín, édesítőszer, állománykialakító adalékanyagok, de a konkrét meghatározás országonként eltérő a különböző szabályozások és hagyományok alapján. (Clark, 2012) Szerkezetét tekintve a jégkrém egy folyékony massa, ami a folyamatos keverés és hűtés hatására egyre sűrűbbé válik. (Corvito, 2011) A jégkrém négy fő fázisból álló, kolloidikailag összetett rendszer: jégkristályok, levegőbuborékok, zsírgolyók és az ezeket körülvevő folyékony mátrix alkotja. (Soukoulis et. al, 2010)

A tökéletes minőségű termék előállítása nem fejeződik be azzal a lépéssel, hogy a jégkrém kikerül a szilárdító kamrából. A gyártók fontos törekvése, hogy az ezt követő tárolási időszak alatt is fenntartsák a késztermék kifogástalan állományát és ízét. Ehhez fontos megvizsgálnunk azokat a tényezőket, amik a minőség romlását okozhatják a tárolás ideje alatt.

A fogyasztók számára annál kíváncsiabb a termék, minél krémesebb, kevésbé jeges az állománya, azaz az átlagos jégkristály méret körülbelül 55 µm alatt van. A kész jégkrémekben annál kisebb jégkristályok alakulnak ki, minél gyorsabban fagyasztják ki a masszát, helyezik a csomagolásba és történik meg a szilárdítás. (Buyck et al., 2011) Ezt a kialakult, optimális esetben kis jégkristályméretet kell megőrizni minél hosszabb ideig a tárolás során is.

A jégkrém nagyon hőmérséklet-érzékeny termék, a tárolás vagy szállítás során bekövetkező hőmérséklet-változás a termék minőségének csökkenését okozza. (Leducq et al., 2015) Az idő előrehaladtával a jégkrém minőségének változása nagy mértékben függ a tárolási hőmérséklettől, illetve a hőmérséklet fluktuációjától. A hőmérséklet változása szerkezetbeli változásokat, átkristályosodást

okoz, ami az átlagos jégkristálméret folyamatos növekedéséhez vezet. (Leducq et al., 2015, Tsevdou et al., 2014, Ndoye és Alvarez, 2015, Internet 2.)

A szakirodalomban számos adatot találunk arra vonatkozóan, hogy a tárolás során bekövetkező hőmérséklet-változás nagyobb mértékben befolyásolja a termék minőségének változását, mint az alkalmazott tárolási hőmérséklet. Éppen ezért a minőség megőrzése érdekében törekedni kell a hőmérséklet-ingadozás csökkentésére. Ennek egy lehetséges módja az alacsony hővezetésű csomagolóanyag használata. (Leducq et al., 2015)

A jégkrém kiváló közeg számos mikroorganizmus szaporodásához, mivel magas cukor és fehérjetartalma miatt elegendő szénhidrát- és nitrogénforrást tartalmaz. A késztermék pH-ja közel semleges, ami szintén sokszínű mikrobióta fennmaradását lehetővé teszi. (Kambamanoli-Dumou, 2014) A jégkrém tárolása során fontos ismernünk, hogy a mikrobiológiai szennyezettség hogyan változik az idő múlásával. Dean és Zottola (1996) méréseik alapján megállapították, hogy a *Listeria monocytogenes* szennyezettség 3 hónapos, -18°C-os tárolás hatására nem mutatott csökkenést, mivel a mátrixban lévő szacharóz és laktóz krioprotektorok védőmolekulaként funkcionáltak a fagyasztva tárolás során. Éppen ezért fontos törekvés, hogy a kifagyasztás után a jégkrém minél alacsonyabb mikrobiológiai szennyezettségű legyen, mivel az ezt követő szilárdítás, majd a fagyasztva tárolás folyamata várhatóan nem fogja a mikrobaszám nagyságrendnyi csökkenését eredményezni. (Papademas, 2002)

### 3. Vizsgált anyagok és alkalmazott módszerek

Méréseim során két, különböző recept alapján készített vanília jégkrémet vizsgáltam. Egyik esetben szacharóz-dextróz keveréket, másik esetben maltit-eritrit (75:25%) keveréket használtam édesítőszerként. Az alternatív édesítőszer kombináció kiválasztása a tanszéken zajló előzetes mérések alapján történt, mivel ez a változat bizonyult a klasszikus cukrokhoz leginkább hasonlónak. A jégkrém összetevőit az alábbi táblázatban foglaltam össze:

1. táblázat: A jégkrémek összetevői

| Összetevő      | SZ-D  | M-E   | Összetevő | SZ-D | M-E     |
|----------------|-------|-------|-----------|------|---------|
| Tej            | 696 g | 696 g | Dextróz   | 50 g | -       |
| Tejszín        | 120 g | 120 g | Maltit    | -    | 112,5 g |
| Guargumi       | 4 g   | 4 g   | Eritrit   | -    | 37,5 g  |
| Vanília paszta | 30 g  | 30 g  |           |      |         |
| Szacharóz      | 100 g | -     |           |      |         |

Az alapanyagok kimérése után a tejet és a tejszínt 80-90°C-ra melegítettem, majd hozzákevertem a vaníliapasztát. A két-kétféle édesítőszert elegyítettem, hozzáadtam a stabilizálószerként használt

guargumit, majd a száraz összetevőket kézi mixer segítségével a tej-tejszín keverékhez adagoltam, míg minden komponens teljesen feloldódott. Az elkészült jégkrémmixeket polietilén tasakokba adagoltam, majd körülbelül 20 óráig háztartási hűtőszekrényben (5-7°C-on) tároltam. Ezt követően a mixet 0,8-1 literenként, 8-10 perc alatt Andretti CRM Gel 5 típusú fagylaltgépben kifagyasztottam és zárható műanyag dobozokba raktam. Végül a dobozokat Nortech QCF 103 típusú sokkoló fagyasztóba tettem 40-45 percre, ahol -35°C-on, 4 m/s légsebességgel végeztem a jégkrém szilárdítását. A műanyag dobozok felét hungarocell dobozba helyeztem, így kerültek -24°C-os háztartási fagyasztószekrénybe, míg a másik felét egyéb csomagolás és szigetelőanyag nélkül tettem a fagyasztóba. A mintákat 6 hónapig tároltam, vizsgálataimat a friss jégkrémmixből, majd a kifagyasztás utáni 1., 3., illetve 6. hónapban végeztem.

Az jégkrémminták kódolása az alábbiak szerint történt:

A-B – C – X

2. táblázat: A minták kódolása

| <b>A-B: a felhasznált<br/>édesítőszer fajtája</b> | <b>C: a tárolás során<br/>használt csomagolóanyag</b> | <b>X: tárolás időtartama</b>   |
|---|---|--|
| <b>M-E:</b> maltit:eritrit                        | <b>H:</b> hungarocell és műanyag<br>tárolódoboz       | <b>0:</b> friss minta<br><b>1:</b> 1 hónapig tárolt minta            |
| <b>SZ-D:</b> szacharóz:dextróz                    | <b>M:</b> csak műanyag<br>tárolódoboz                 | <b>3:</b> 3 hónapig tárolt minta<br><b>6:</b> 6 hónapig tárolt minta |



## ***Módszerek***

### *Viszkozitás mérése*

A jégkrémek kifagyasztása előtt lemértem a kétféle mix viszkozitását Anton Paar MCR 92 viszkoziméterrel, azzal a céllal, hogy megállapítsam van-e különbség a különböző cukorösszetételű jégkrémek reológiai tulajdonságai között. A mérés három párhuzamosban végeztem.

A folyásgörbék felvételét az ipari gyakorlatban is alkalmazott 7°C-on végeztem. A mérés során 10-1000 1/s között növekvő, állandó 1000 1/s, majd csökkenő deformációsebesség mellett rögzítettem a nyírófeszültség értékeket RheoCompass szoftver segítségével. A kapott értékeket ábrázolva megkaptam a jégkrémmixek folyásgörbéjét.

A görbére Herschel-Bulkley modellt illesztettem:  $\tau = \tau_0 + K * \dot{\gamma}^n$

### *Szárazanyag-tartalom mérés*

A minták szárazanyag-tartalmát a klasszikus szárítószekrényes módszerrel határoztam meg, 105 °C-on tömegállandóságig szárítottam. A méréseket három párhuzamosban végeztem minden minta esetében.

### *Olvadékonyság mérése*

A jégkrémek olvadékonyságának vizsgálatát a lecsepegéshez szükséges idő mérése alapján végeztem. A mintákból ismert mennyiséget (50 g) rácra helyeztem, majd hagytam, hogy szobahőmérsékleten felolvadjon. Az olvadás folyamata során feljegyeztem az első csepp leolvadásának időpontját, illetve kezdetben 5 percenként, majd percenként feljegyeztem a már lecsepegett olvadt jégkrém tömegét.

### *Állománymérés (SMS)*

A jégkrémek állományának vizsgálatát Stable Micro System TA.XTPlus (SMS) műszerrel végeztem, Knife Edge Giotin Blade (késes) fej alkalmazásával. A mérés előtt a jégkrémeket szilikon formákba simítottam, ezzel a módszerrel azonos méretű és formájú rudakat előállítva. A mérés során 3 mm/s-os sebességgel, 20 mm távolságot tett meg a mérőfej, elvágva eközben az előre kialakított méretű és formájú jégkrémrudakat. Az adatok kiértékelését és a minták összehasonlítását a mérés során fellépő maximális erő értékéből végeztem.

### *Mikroszkópos vizsgálat*

A jégkrém szerkezetében kialakult jégkristályok átlagos méretének változását Delta Optical Genetic Pro Bino típusú fénymikroszkóppal vizsgáltam, 40-szeres nagyítással. A műszer az Élelmiszertudományi Kar, Élelmiszeripari Műveletek és Gépek Tanszéken állt a rendelkezésemre. A

beépített videokamerával rögzítettem a minták mikroszkópos képét, mintánként 5 felvételt, majd lemértem 8-10 darab jégkristály átmérőjét. A mikroszkópos képen a nem szabályos gömb alakú, kissé sarkos alkotók a jégkristályok.

#### *Termofizikai vizsgálatok (DSC)*

A jégkrémek termofizikai tulajdonságainak változását Setaram DSC 131 evo berendezéssel követtem nyomon. A beállított hőmérsékleti program alapján a műszer +30°C-ról 5°C/perces sebességgel -50°C-ra hűti, majd -50°C-on 10 percig tartja, végül +30°C-ra melegíti 2°C/perc sebességgel a mintát. A görbék kiértékelését a felengedtetési szakasz alapján végeztem el Callisto Processing 1.080 verziójú szoftverrel. Vizsgáltam a felengedtetéshez szükséges hőmennyiség (Heat) és az intenzív olvadás kezdeti hőmérsékletének (Onset) értékét.

A DSC-vel nyert termofizikai adatokból és a minták szárazanyag-tartalmából, Atkas és munkatársai (1997) képlete segítségével számoltam a ki nem fagyasztható víztartalom százalékos értékét:

$$UFW\% = 100 - \left[ \frac{\Delta H_{\text{minta}}}{(\Delta H_{\text{víz}} \cdot (W/100))} \cdot 100 \right]$$

W: víztartalom (g/100 g)

$\Delta H_{\text{minta}}$ : a minta mért olvadáshője (kJ/kg)

$\Delta H_{\text{víz}}$ : a víz olvadáshője (330 kJ/kg)

#### *Érzékszervi minősítés*

A műszeres mérések mellett a minták érzékszervi vizsgálatát is elvégeztem. A tárolás során az 1., a 3. és a 6. hónap elteltével 15 nem képzett bíráló értékelte a különböző cukorösszetételű, különböző csomagolásban tárolt jégkrémek érzékszervi tulajdonságait. Egy kóstolás során a bírálók négy mintát minősítettek, melyeket randomszám generátorral kiválasztott, háromjegyű számokkal láttam el. A bírálóknak 0-tól 10-ig terjedő, strukturált skálán kellett jelölniük az egyes minták adott tulajdonságra vonatkozó intenzitását. A bírálati lap végén arra kértem a bírálókat, hogy kedveltség szerint állítsanak fel egy rangsort a négy minta között. Az érzékszervi vizsgálat során a jégkrémek kinézetének, állományának, jégkristályméretének jegességének, olvadákonyságának, esetleges „hűtő” ízének intenzitását kellett jelölni a skálákon.

#### *Mikrobiológiai vizsgálat*

A kutatásom elején a mikrobiológiai vizsgálatokra speciális mintákat készítettem elő, mivel a Challenge-teszt értelmében azt vizsgáltam, hogy a mintába oltott baktériumok száma milyen módon és mértékben változik a fagyasztva tárolás során.

A jégkrémek beoltását a kifagyasztás után végeztem, *Staphylococcus aureus* és *Listeria innocua* törzsek,  $10^8$  sejt/ml koncentrációjú sejtszuszpenziója segítségével. A tárolt minták vizsgálata során az 1.,

2. és 3. hígítási tagból szélesztéssel végeztem a leoltást, a *Staphylococcus aureus* esetében Baird-Parker Agar (BIOKAR) szelektív agarra, míg a *Listeria innocua* esetében Compass Listeria (BIOKAR) agarra. A lemezeket lefelé fordítva 37°C-on inkubáltam 48 óráig, majd számoltam a kifejlődött telepeket. A vizsgálatokat 3 párhuzamosban végeztem. A Baird-Parker agaron fekete *Staphylococcus aureus*, míg a Compass agaron kékeszöldes *Listeria innocua* telepek fejlődtek ki. Vizsgálatam, hogy a kiindulási  $10^6$  nagyságrendű szennyezettség hogyan és milyen mértékben változott a tárolás során az alkalmazott cukrok függvényében.

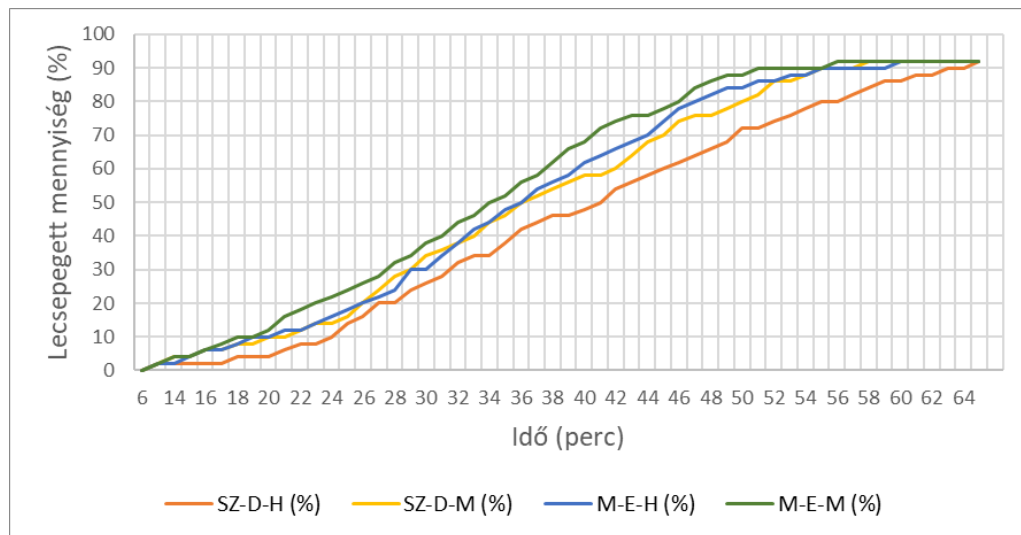
#### *Statisztikai értékelés*

A mérések során kapott adatokat szükség esetén statisztikai módszerekkel is elemeztem a Microsoft Excel Adatelemző bővítménye segítségével. Egytényezős variancia-analízissel, 95%-os szignifikancia szinten határoztam meg, hogy az adott minták között van-e szignifikáns különbség a különböző cukorösszetétel vagy tárolási körülmények alapján. Az érzékszervi bírálat eredményeinek kiértékelése során Friedman-próbát alkalmaztam a kedveltségi rangsorok értékelésére. Ha a próba szignifikáns különbséget mutatott valamely két minta között, akkor a páronkénti szignifikáns differenciák (Least Significant Difference – LSD) kiszámításával határoztam meg azt a mintapárost, melyek között statisztikailag igazolható különbség áll fent. Az eredmények kiértékelése során korrelációanalízist alkalmaztam az egyes tulajdonságok közötti kapcsolat szorosságának vizsgálatára a Microsoft Excel Adatelemző bővítményének használatával.

### **4., Kísérleti eredmények és kiértékelésük**

A viszkoziméteres mérés eredményeként kapott folyásgörbéből jól látszik, hogy a cukoralkoholok felhasználásával készült jégkrém görbéje alacsonyabban fut, merevedése kisebb. A görbékre Herschel-Bulkley modellt illesztettem, a folyáshatár, a folyásindex és a konzisztencia állandó meghatározása céljából, majd a paramétereket Excel Solver bővítmény segítségével optimalizáltam. Statisztikai kiértékelés után elmondható, hogy szignifikáns különbség van a minták konzisztencia állandója és folyásindexe között. A látszólagos viszkozitás értékeit a nyírófeszültség és a nyírási sebesség hányadosából számoltam ki. Az eredmények alapján látható, hogy a jégkrém nyírásra vékonyodó anyag, a nyírási sebesség növelésével csökken a látszólagos viszkozitás értéke.

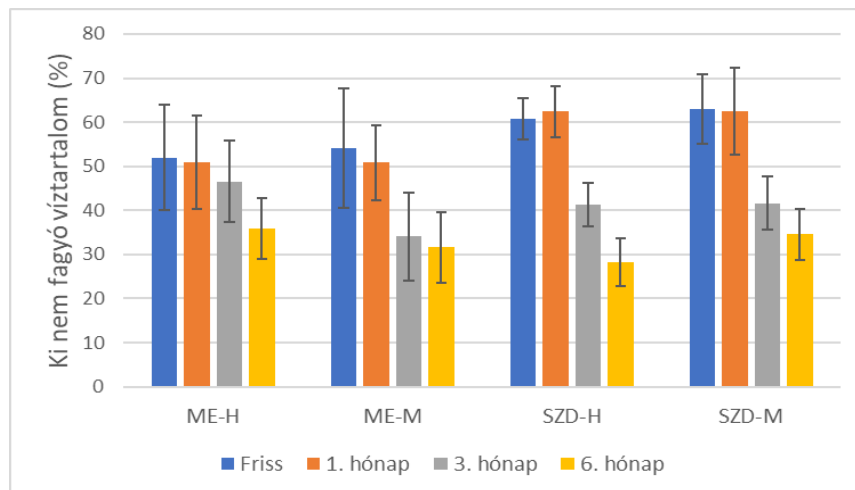
A minták olvadákonyság görbéi alapján elmondható, hogy a frissen elkészült, kifagyasztott jégkrém esetében a maltit-eritrit tartalmú minta volt az olvadékonnyabb.



1. ábra: A három hónapja tárolt jégkrémek olvadákonyság görbéi

A tárolás harmadik hónapjában szintén a cukoralkoholos minták voltak az olvadákonyabbak, de emellett megfigyelhető az is, hogy mindkét recept esetében a hungarocell csomagolásban tárolt minta szerkezete stabilabb, ezek a minták kevésbé voltak olvadákonyak, mint a csak műanyag csomagolásban tároltak. (1. ábra) A hatodik hónapra a különböző minták olvadákonysága közötti különbség nagyon lecsökkent, a szacharóz-dextrózos minták és a hungarocellben tárolt cukoralkoholos minta görbéje csaknem egyben fut. A legolvadákonyabb minta hat hónap elteltével is a cukoralkohol felhasználásával készült, csak műanyag csomagolóanyagban tárolt jégkrém.

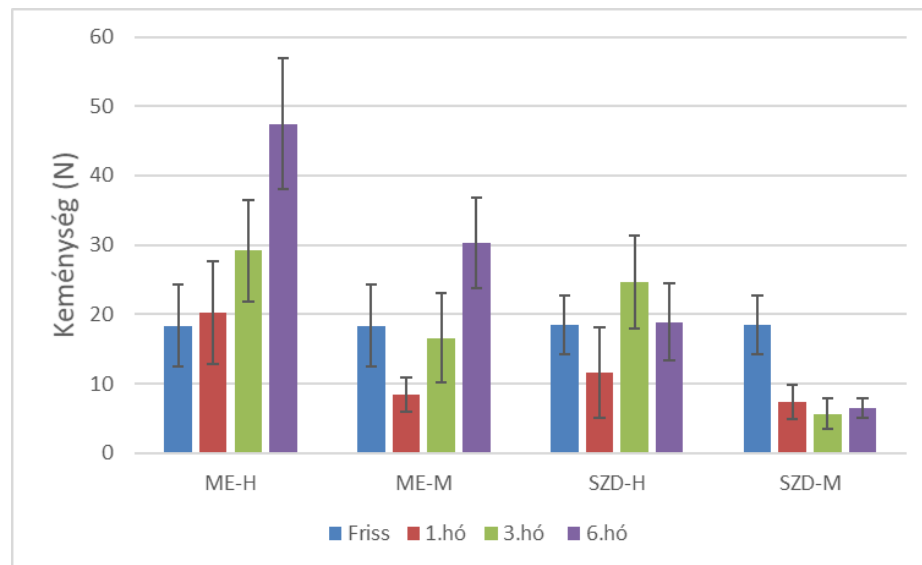
A DSC görbékből meghatároztam a minták intenzív olvadásának kezdeti hőmérsékletét, de a hat hónapos tárolás során az olvadási hőmérséklet nem változott jelentős mértékben, a változás minden esetben 1-1,5°C-on belül maradt. A DSC görbe Heat értékéből és a minták szárazanyag-tartalmából kiszámoltam a ki nem fagyasztható víztartalmat, ez látható az alábbi ábrán. (2. ábra)



2. ábra: A jégkrémek kötött víztartalmának változása

A diagramon jól látszik, hogy a tárolás első hónapjában nem változott jelentős mértékben, majd a következő 5 hónapban folyamatosan csökkent a kötött víztartalom aránya, azaz a jégkrém szerkezete elengedi a vizet a tárolás hatására. A tárolás során a legkisebb változás a cukoralkohollal készült, hungarocell csomagolóanyagban tárolt minta esetében látható, míg az ugyanilyen körülmények között tárolt, klasszikus cukrokkal készült mintánál jelentkezett a kötött víztartalom legnagyobb mértékű csökkenése (-34%).

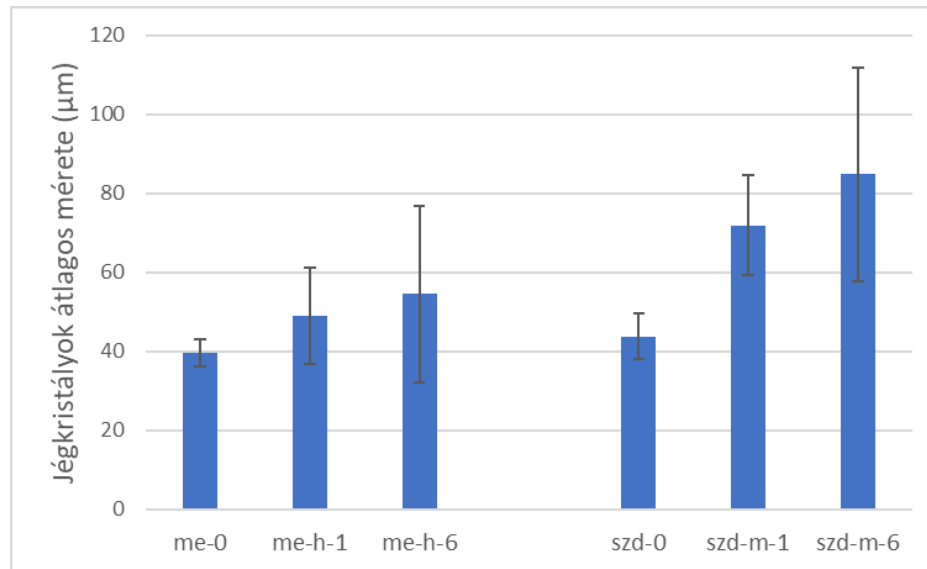
A jégkrémek állományváltozásának műszeres mérését SMS műszerrel, késes feltéttel végeztem el. Az adatok kiértékelése során a mintarúd átvágásához szükséges maximális erőt és az átvágáshoz szükséges munkát vizsgáltam. A frissen kifagyasztott jégkrémek esetén nincs szignifikáns különbség a kétféle cukorösszetételű minta között, a tárolás alatt bekövetkező változásokat pedig az ábrán szemléltetem. (3. ábra)



3. ábra: A jégkrémek keménységének változása

Általánosságban elmondható, hogy egy kivétellel minden minta keménysége nőtt a további tárolás során. A csak műanyag csomagolásban tárolt, klasszikus cukrokkal készült jégkrém (SZD-M) keménysége csökkent, azaz állománya lágyult a tárolás során. A hungarocell csomagolásban tárolt, maltit-eritrit felhasználásával készült minta keménység a tárolás során folyamatosan nőtt, a szerkezete egyre szilárdabbá, keményebbé vált.

A fénymikroszpos felvételekből látható, hogy a friss jégkrémek átlagos jégkristálmérete 40-45 $\mu$ m, illetve kisebb szórású, míg a tárolt minták jégkristály mérete rendkívül nagy szórású, a jégkristályok méreteloszlása a mintákban nem homogén. Azt a két mintát emelném ki, ahol szignifikáns különbség mutatkozott hat hónap elteltével, a nagy szórások ellenére is: ezek a cukoralkohollal készült, hungarocell csomagolású és a klasszikus cukrokkal készült, csak műanyag csomagolásban tárolt jégkrémek. (4. ábra)

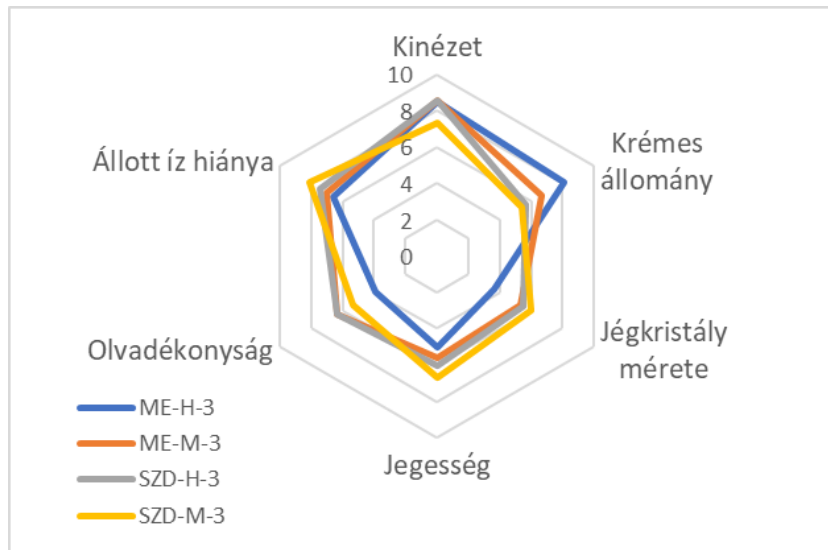


4. ábra: A tárolt jégkrémek átlagos jégkristály méretének változása

Ebből arra következtetek, hogy a kifagyasztás során kialakult, nagyságrendileg azonos méretű jégkristályok a tárolás első hónapjában eltérő mértékű növekedésen mentek keresztül, a felhasznált cukroktól és a tárolás módjától függően. A tárolás későbbi szakaszában azonban kisebb mértékű a kristálynövekedés mindkét esetben. Jól látható, hogy a tárolás során a hőmérséklet fluktuációnak köszönhetően nőtt az átlagos jégkristályméret, a kisebb kristályok a nagyobbakhoz vándoroltak és egyesültek.

A tárolt minták érzékszervi bírálatát 1, 3 és 6 hónap elteltével, 15 bíráló bevonásával végeztem. Az egyes tulajdonságok intenzitását 0 és 10 között pontozhatták, majd a négy minta között kedveltségi rangsort kellett felállítaniuk. Egy hónapos tárolás után a minták között nem volt szignifikáns különbség, de a maltit-eritrit felhasználásával készült jégkrém egy tulajdonságot tekintve eltér a másik háromtól. A páronként elvégzett T-próba alapján két minta jégkristálymérete között van 95%-os biztonsággal szignifikáns különbség: a hungarocell csomagolásban tárolt cukoralkoholos és klasszikus cukrokkal készült minta között.

Az ábra alapján már szemmel is látható, hogy három és hat hónap elteltével már jelentősebb különbség mutatkozik az egyes minták között. (5. ábra)



5. ábra: A jégkrémek érzékszervi tulajdonságai a harmadik hónapban

A statisztikai elemzés alapján elmondható, hogy a szacharóz-dextróz felhasználásával készült, csak műanyag csomagolásban tárolt minta szignifikánsan eltér mindkét, cukoralkohol felhasználásával készült, különböző csomagolóanyagban tárolt mintától. Jól látható, hogy a maltit-eritrites mintákat krémesebbnek érzékelték a bírálók. Ami az olvadékonyságot illeti, a hungarocellben tárolt, cukoralkoholos minta volt a bírálók szerint a legolvadékonyság, amely eredmény összecseng az általam mért, lecsepegett mennyiség alapján szerkesztett olvadékonysági görbék eredményével. A minták jégkristályméretére és jeges érzetére adott pontszámok közötti összefüggés alátámasztására korrelációanalízist végeztem, amely 0,92-es értékkel alátámasztotta a bírálók következetességét, azaz, hogy a kristályméretet és a minták jeges érzetét hasonlóan azonos módon pontozták. A tárolás során a bírálók a hungarocellben tárolt, cukoralkoholokkal készült jégkrémet tartották a legkevésbé jegesnek, illetve ebben voltak a legkisebbek az érzékelhető jégkristályok. A legnagyobb méretű jégkristályokat a csak műanyag csomagolásban tárolt, klasszikus cukrokkal készült jégkrém esetében tapasztalták.

A következőkben a Challenge-teszt eredményeit mutatom be. A nem beoltott jégkrémek kiindulási szennyezettségének meghatározásához TGE agaron vizsgáltam az összes mikrobaszámot. Nagyságrendnyi különbség nem volt a különböző cukrokkal készült jégkrémek kiindulási összes mikrobaszámában, de a mikrobióta összetétele a kifejlődött telepek morfológiája alapján eltérő, a hozzáadott klasszikus cukrok és poliolok különböző szennyezettsége miatt. A poliolos minta esetében sokszínűbb telepek fejlődtek ki, míg a klasszikus cukrokkal készült minta sok, apró, egyforma telepet mutatott.



A tárolás során vizsgáltam a mintába oltott baktériumok számának változását, miszerint a szennyező mikroorganizmusok száma a hat hónapos tárolás során nem csökkent, mikrobapusztulás nem figyelhető meg. Mindkét baktérium esetében a hatodik hónapban meghatározott mikrobaszám növekvő tendenciát mutat. Összegezve tehát megállapítható, hogy a hat hónapos fagyasztva tárolás nem okozza a mikrobaszám csökkenését.

## 5., Következtetések

Az egészségtudatos táplálkozás előtérbe kerülésével egyre jelentősebb piaci törekvés az élvezeti termékek olyan változatának kifejlesztése, amely jól beilleszthető a tudatos étrendbe is. Ez a fejlesztési irány a jégkrémek piacát is elérte, melynek egy lehetősége a jégkrémekben klasszikusan előforduló, magas glikémiás indexű és kalóriatartalmú cukrok helyettesítése alternatív, alacsonyabb energiatartalmú édesítőszerrel. Ilyen lehet például a cukoralkohol kombinációinak alkalmazása.

Az ipari gyártás során fontos, hogy olyan édesítőszer kombinációt válasszunk, ami leginkább hasonló az eddig alkalmazott cukrokhoz, közel azonos gyártástechnológiával előállítható terméket eredményezzen. Mivel a jégkrémek krémes állománya és megfelelő olvadási tulajdonságai kiemelten fontosak a termék minőségének megítélésénél, ezért a tárolás során törekedni kell a megfelelő jégkristályméret és érzékszervi tulajdonságok megőrzésére. Dolgozatomban azt vizsgáltam, hogy a különböző cukrokkal készített és különböző csomagolóanyagokban tárolt jégkrémek minősége, élvezeti értéke milyen mértékben változik a hat hónapos tárolás során.

A tanszéken zajló előzetes kutatások eredményei alapján dolgozatomban maltit és eritrit, 75-25%-os keverékét alkalmaztam a klasszikus szacharóz és dextróz cukrok helyettesítésére. A kétféle recept alapján elkészült jégkrémeket kétféle csomagolóanyagban tároltam hat hónapig: műanyag tárolódobozokban, illetve műanyag tárolódobozban és hungarocell dobozban. Vizsgáltam a kifagyasztás előtt a jégkrémmix reológiai tulajdonságát, majd a kifagyasztott késztermék állományát, termofizikai és érzékszervi tulajdonságait a tárolás 1., 3. és 6. hónapjában.

A kifagyasztás előtt meghatároztam a mixek viszkozitását rotációs viszkoziméterrel, majd Herschel-Bulkley modell illesztésével a kétféle minta reológiai jellemzőit. Mértem a jégkrém minták szárazanyag-tartalmát klasszikus szárítószekrényes módszerrel, a minták olvadákonyságát a lecsepegő mennyiség mérésével. A tárolás során bekövetkező termofizikai változásokat DSC-vel vizsgáltam, mely során a felengedtetéshez szükséges hőmennyiség és az intenzív olvadás kezdeti hőmérsékletének változását figyeltem meg. A felengedtetéshez szükséges hőmennyiség és a víztartalom alapján

kiszámoltam a mintában található ki nem fagyasztható víztartalom arányát, vagyis azt, hogy a mintában található víz hány százaléka található kötött formában. A jégkrémek állományának vizsgálatát SMS berendezéssel, Blade mérőfejjel vizsgáltam, majd az átvágáshoz szükséges maximális erő értékeit elemeztem. A tárolás során bekövetkező átkristályosodás a jégkristályok átlagos méretének növekedését okozza, ennek nyomon követésére fénymikroszkópot alkalmaztam 40x-es nagyítással. Az objektív mérések mellett a jégkrémek érzékszervi vizsgálatát is elvégeztem 15 bíráló bevonásával. A résztvevők 0-tól 10-ig terjedő, strukturált skálán értékelték a minták kinézetét, krémességét, jegességét, a benne található jégkristályok méretét és az esetleges előforduló állott íz intenzitását. Emellett a bírálati lap végén általános kedveltségi rangsort is kellett felállítaniuk a négy minta között. Az adatok kiértékeléséhez statisztikai módszereket is alkalmaztam, variancia-analízist, Friedman-próbát és korreláció analízist.

Emellett célom volt megállapítani, hogy a cukoralkoholok és a klasszikus cukrok felhasználásával készült jégkrémek mikrobiológiai szennyezettsége csökken-e a fagyasztva tárolás során. Ehhez a Challenge-teszt módszert alkalmaztam, a kifagyasztott minták bizonyos hányadába *Staphylococcus aureus* és *Listeria innocua* sejtszuspenziót oltottam, majd 1., 3. és 6. hónapban szelektív agaron meghatároztam a mintában lévő mikrobák számát.

A tárolás során kapott eredmények azt mutatják, hogy egyes vizsgált tulajdonságok szignifikáns kapcsolatban vannak a felhasznált cukrok és az alkalmazott csomagolóanyag fajtájával. Az olvadákonyság vizsgálatából kiderült, hogy a maltit-eritrittel készült minták olvadékonnyabbak, illetve, hogy a tárolás során a hungarocellben tárolt jégkrémek stabilabbak voltak, olvadákonyságuk kisebb volt. A termofizikai mérésekből arra következtettem, hogy a hőmennyiségekből számított ki nem fagyasztható víztartalom változása a tárolás során jelentős volt. Habár egy hónapos tárolás során nem változott a kötött vízfrakció aránya, a tárolás hónapjaiban drasztikusan lecsökken a kötött víz aránya. A legkisebb változás a cukoralkoholokkal készült, hungarocellben tárolt minta esetében jelentkezett. Az állományvizsgálat azt mutatta, hogy a hungarocellben tárolt, poliolos minta keménysége folyamatosan nőtt a tárolás során, az átkristályosodás miatt egyre stabilabb szerkezet alakult ki. A mikroszkópos vizsgálat során szignifikáns különbséget találtam a különböző cukrokkal készült jégkrémek között a csomagolóanyag függvényében. Az érzékszervi bírálat során, habár az első hónapban még nem volt szignifikáns különbség a minták között, a tárolás során a jégkristályok méretét és a jegességet és az általános kedveltséget illetően is statisztikailag igazolható különbséget találtam. A mikrobiológiai vizsgálat megmutatta, hogy a hat hónapos tárolás során nem csökkent a mintába oltott mikrobák száma egyik minta esetében sem.

Összegezve tehát megállapítható, hogy a maltit-eritrit felhasználásával készült jégkrém hungarocell csomagolásban tárolva fél éves tárolás után mind érzékszervi, mint állományát, átlagos jégkristálméretét illetően kedvezőbb tulajdonságú, mint a csak műanyag csomagolásban tárolt jégkrém, a bekövetkező változások ebben az esetben a legkisebb mértékűek.

## 6. Irodalomjegyzék

Buyck, J.R., Baer, R.J., Choi, J. (2011): Effect of storage temperature on quality of light and full-fat ice cream, *Journal of Dairy Science*, Volume 94, No. 5, pp. 2213-2219

Clark, C. (2012): *The Science of Ice Cream*, RSC publishing, London

Corvitto, A. (2011): *The secrets of ice cream - los secretos del helado ice cream without secrets*, Sant Cugat del Valles, Vilbo

Dean, J. P., and Zottola, E. A. (1996): Use of Nisin in Ice Cream and Effect on the Survival of *Listeria monocytogenes*, *Journal of Food Protection*, Volume 59, No. 5. pp. 476-480

Kambamanoli-Dimou, A. (2014): Ice Cream: Microbiology, In: Batt, C.A., Tortorello, M-L.(ed.): *Encyclopedia of food Microbiology*, Second Edition, Elsevier, pp. 235-241, ISBN: 978-0-12-384730-0

Leducq, D., NDoye, F.T., Alvarez, G. (2015): Phase change material for the thermal protection of ice cream during storage and transportation, *International Journal of Refrigeration*, Volume 52, pp. 133-139.

Magyar Élelmiszerkönyv 2-401 számú irányelv: Jégkrémek (2002., 2. kiadás)

Marshall, R., Goff, H. D., Hartel, R. W. (2003): *Ice Cream*, Kluwer Academic Press, New York

NDoye, F.T., Alvarez, G. (2015): Characterization of ice recrystallization in ice cream during storage using the focused beam reflectance measurement, *Journal of Food Engineering*, Volume 148, pp. 24-34

Papademas, P. (2002): Microbiology of Ice Cream and Related Products. In: Robinson, R.K. (ed.): *Dairy Microbiology Handbook: The microbiology of Milk and Milk Products*, 3rd Edition, John Wiley and Sons. ISBN: 0471-38596-4

Soukoulis, C., Rontogianni, E., Tzia, C. (2010): Contribution of thermal, rheological and physical measurements to the determination of sensorially perceived quality of ice cream containing bulk sweeteners, *Journal of Food Engineering*, Volume 100, pp 634-641

Tsevdou, M., Gogou, E., Dermesonluoglu, E., Taoukis, P. (2014): Modelling the effect of storage temperature on the viscoelastic properties and quality of ice cream, *Journal of Food Engineering*, Volume 148, pp. 35-42

Internet 1.: <https://www.statista.com/statistics/326315/global-ice-cream-market-size/>

Internet 2.: <https://www.uoguelph.ca/foodscience/book-page/mechanisms-ice-recrystallization>

**Frukto-oligoszacharidok enzimes szintézise inert membrán-reaktorral****Enzymatic synthesis of fructo-oligosaccharides by inert membrane reactors*****Erdős Balázs\*, Valkó Petra, Varga Eszter, Misinszki Bence, Kovács Zoltán****\*erdos.balazs@etk.szie.hu*

Élelmiszeripari Műveletek és Gépek Tanszék, 1118 Budapest, Ménesi Út 44.

**Összefoglalás** A prebiotikus hatású, alacsony kalória-tartalmú frukto-oligoszacharidok (FOS) iránti kereslet növekedésével gyártástechnológiai újdonságok iránti igény is nő. Munkánk során Pectinex Ultra SP-L enzimek készítmény alkalmazásával szacharóz szubsztrátból FOS szirupot állítottunk elő egy enzimes membrán reaktor (EMR) segítségével. Vizsgáltuk az EMR fő műveleti paramétereinek (úgy mint szubsztrát-koncentráció, enzim-koncentráció és tartózkodási idő) bioszintézisre kifejtett hatását. Ez alapján az EMR működését a szubsztrát konverzió, FOS kihozatal és produktivitás mérőszámokkal jellemeztük. Megvizsgáltuk továbbá az enzim stabilitását az EMR-ben egy 140-órás, hosszú-távú kísérletet végrehajtásával. Eredményeink azt mutatják, hogy az EMR egy vonzó technológia lehet szacharóz-szirupok kezelésére értéknövelés céljából.

**Kulcsszavak** *frukto-oligoszacharidok, enzim membrán reaktor, Pectinex Ultra SP-L, szacharóz, prebiotikum*

**1. Bevezetés, a munka célja**

Az egészséges táplálkozás iránti fogyasztói igény előtérbe kerülésével a funkcionális élelmiszerek piaca az elmúlt évtizedekben jelentősen megnőtt. Az alacsony kalória-tartalmú, prebiotikus hatású frukto-oligoszacharidok (FOS) a funkcionális élelmiszerek népszerű összetevői. Az irántuk való kereslet növekedése a gyártókat olyan kihívások elé állítja, melyek biotechnológiai és gyártástechnológiai újdonságok bevezetését sürgetik.

Kutatásunk középpontjában egy újszerű technológia, a folytonos üzemű enzimes membránreaktor (EMR) alkalmazásával megvalósuló FOS gyártás áll. Ez a technológia a szakaszos üzemű, hagyományos keverős tartály-reaktorokban megvalósuló módszerrel szemben számos előnnyel bír. Kiemelendő, hogy az EMR termék-árama enzim-mentes, így nincs szükség sem az enzim inaktiválásra szolgáló hőkezelésre, sem az inaktivált enzimek eltávolítására a termékből [1].

## 2. Vizsgált anyagok és alkalmazott módszerek

Munkánk során egy 1-5 kg/h FOS szirup gyártására alkalmas kapacitású laboratóriumi EMR berendezéssel dolgoztunk [2]. Biokatalizátorként a kereskedelmi forgalomban kapható Pectinex Ultra SP-L (Novozymes A/S, Bagsvaerd, Dánia) enzimekészítményt használtuk. A kísérleteink során alkalmazott enzimekészítmény fruktozil-transzferáz aktivitásáról célzott mérésekkel bizonyosodtunk meg, s a gyártótól rendelt tételek között nem találtunk számottevő különbségeket. Az enzimek visszatartását egy 20 kDa vágási értékű ultraszűrő modul EMR-be történő beépítésével értük el. A betáp szubsztrát-koncentráció, az enzim dózis, és a tartózkodási idő műveleti paraméterek bioszintézisre gyakorolt hatását vizsgáltuk. Az egyes kísérleteket követően öblítéssel és vegyszeres kezeléssel álló ciklusok alkalmazásával tisztítottuk a membránt. Az EMR permeátum-, azaz termék-áramában lévő szénhidrát-összetevők koncentrációját HPLC-RI mérésekkel határoztuk meg. Ehhez előzetesen referencia komponensek segítségével megállapítottuk a célkomponenseinkre jellemző retenciós időket. Így a permeátumból vett minták szénhidrát-összetételét leírhattuk a nem-reagáló szacharóz (GF), a képződő melléktermékek (G, F) és a reakció termékeként megjelenő különböző polimerizációs fokú frukto-oligoszacharid frakciók (GF2, GF3, GF4) mérésével.

## 3. Kísérleti eredmények és kiértékelésük

Kutatásunk során az EMR fontos műveleti paramétereinek bioszintézisre gyakorolt hatását vizsgáltuk. Az első kísérletsorozat a betáp szubsztrát-koncentrációjának a konverzióra gyakorolt hatását volt hivatott tisztázni. A második kísérletsorozat pedig optimális betáp szubsztrát-koncentráció mellett az enzim-koncentráció és tartózkodási idő hatásait vizsgálta. Összesen 14 mérést végeztünk el, melyek során a reakció dinamikáját az állandósult állapot beálltaig követtük nyomon, tipikusan 6-9 órás EMR üzemidő során. Ezt követően különböző mérnöki mutatók (úgy mint konverzió, kihozatal és produktivitás) segítségével elemeztük, hogyan hatnak a vizsgált műveleti paraméterek az állandósult állapotot jellemző termék-karakterisztikára.

Az 50 és 500 g/kg közötti szubsztrát-koncentráció tartományban kapott mérési eredményeink megmutatták, hogy a reaktorhoz adagolt szubsztrát koncentráció növelésével a reakció az FOS képzés irányába tolható el, így a nemkívánatos hidrolízis visszaszorítható. Bár a szubsztrát koncentrációjának növelésével a vizsgált tartományban a produktivitás nőtt, az FOS kihozatal a 400 g/kg szubsztrát-

koncentrációnál érte el maximumát, s a szubsztrát-koncentráció további növelésével nem értünk el javulást a termék FOS-tartalmát illetően.

A második kísérletsorozatot 400 g/kg szubsztrát-koncentráció mellett, az enzim-koncentráció és a tartózkodási idő értékeinek 9 és 50 g/kg illetve 1.1 és 2.2 óra közötti tartományában való változtatásával végeztük. E két műveleti paraméter összevonásával az EMR működésének jellemzésére bevezettünk egy mérnöki mutatót, az F-értéket, amit az enzim-dózis és a tartózkodási idő szorzatával képeztünk. Eredményeink azt mutatják, hogy az optimális F-érték kijelölésekor kompromisszumot kell kötnünk, ugyanis ennek növelésével a produktivitás csökkenő tendenciát mutat, de mind a szubsztrát konverzió, mind az FOS kihozatal javul.

Az enzim stabilitásának vizsgálatakor az EMR 140 órás működtetése közben nem tapasztaltunk jelentős változást a termékáram szénhidrát-összetételében. Ez arra utal, hogy az enzim aktivitásának időbeli csökkenése a vizsgált rendszerben nem számottevő, az EMR működése a választott műveleti paraméterek mellett stabilnak mondható.

#### **4., Következtetések**

Eredményeink alapján elmondható, hogy az EMR alkalmasnak mutatkozik szacharóz-szirupok kezelésére értéknövelés céljából. A szacharóz részleges konverziójával nyert FOS-tartalmú termék prebiotikus tulajdonságai révén széleskörű felhasználásra kerülhet. Kutatásunkkal hozzájárultunk ahhoz, hogy az EMR működésének jellemzőit és technológiai korlátait feltérképezzük.

#### **5. Köszönetnyilvánítás**

Kutatásunk a Magyar Tudományos Akadémia Bolyai János Kutatási Ösztöndíja, az Emberi Erőforrások Minisztériuma Új Nemzeti Kiválóság Programja (ÚNKP-18-4), az "Tudományos utánpótlás erősítése a hallgatók tudományos műhelyeinek és programjainak támogatásával, a mentorálás folyamatának kidolgozásával" című EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00005 azonosítószámú projekt támogatásával valósul meg.

#### **6. Irodalomjegyzék**

[1] Z. Kovács, E. Benjamins, K. Grau, A. Ur Rehman, M. Ebrahimi, P. Czermak (2013) Recent developments in manufacturing oligosaccharides with prebiotic function In: Adv Biochemical

Engineering/Biotechnology - Biotechnology of Food and Feed Additives Edited by: P. Czermak and H. Zorn. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp. 1-39. DOI:10.1007/10\_2013\_237

[2] B. Erdős, M. Grachten, P. Czermak, Z. Kovács (2018) Artificial Neural Network-Assisted Spectrophotometric Method for Monitoring Fructo-oligosaccharides Production. Food Bioprocess Technol 11 (2) 305–313. DOI:10.1007/s11947-017-2011-3

**Probiotikus ananászlé előállítás és a probiotikumok életképességének vizsgálata****Fermentation of pineapple juice by probiotic bacteria and its survival**

***Fekete Noémi Erika, Bujna Erika, Nguyen Duc Quang***

[feketenoeemi96@gmail.com](mailto:feketenoeemi96@gmail.com), [Bujna.Erika@etk.szie.hu](mailto:Bujna.Erika@etk.szie.hu), [Nguyen.Duc.Quang@etk.szie.hu](mailto:Nguyen.Duc.Quang@etk.szie.hu)

Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, Sör- és Szeszípari Tanszék

**Összefoglalás**

A gyümölcsök mellett, hogy az emberi táplálkozás alapvető részét képezik, mint fontos tápanyagforrások, ideális szubsztrátumok a probiotikus kultúrák számára is. A gyümölcs alapú probiotikus termékek fejlesztése fontos, hiszen a népesség egyre növekvő része nem fogyaszthat tejalapú készítményeket. Az ananászlé vegyeskultúrák fermentációja és az emésztőrendszer modellezése során kapott eredményeink alapján megállapítható, hogy a különböző probiotikus törzsek jól kiegészítik egymást, együttes alkalmazásuk kedvezően hatott mind a növekedésükre mind a túlélőképességükre. Az így kialakított termék széleskörű fogyasztói alkalmazásra ad lehetőséget, melyben koncentrálnak az egyes törzsek jótékony tulajdonságai is.

***Kulcsszavak:*** probiotikum, prebiotikum, vegyeskultúra, túlélőképesség, gyümölcslé

**1. Bevezetés, a munka célja**

Manapság jelentősen megváltozott a táplálkozás, célja nemcsak a létfontosságú tápanyagok és a szervezet működése számára szükséges energia biztosítása, továbbá az éhségérzet csökkentése, hanem az egészségmegőrzés is. Ebben a tekintetben kiemelkedő szerepet játszanak a probiotikumokkal dúsított funkcionális élelmiszerek. Jelenleg a kereskedelmi forgalomban kapható probiotikus termékek nagyrésze tej, illetve tejalapú készítmény, melyeket a népesség jelentős része nem fogyaszthat valamilyen betegségből vagy táplálkozási, esetleg vallási szokásból kifolyólag (Granato et al., 2010). Számukra ideális alternatívát jelentenek a gyümölcs mátrixú, úgynevezett nem tejalapú probiotikus termékek. A gyümölcsök gazdagok élelmi rostokban, vitaminokban, ásványi anyagokban, antioxidánsokban és fogyasztásuk rendszeres. Emellett olyan ízprofíllal rendelkeznek, mely minden korosztály által kedvelt, ezenfelül a probiotikus kultúrák számára is megfelelő közeget szolgáltatnak (Tuorila és Cardello, 2002). Mindezek alapján célul tűztük ki ananászlé fermentálhatóságának vizsgálatát probiotikus



baktériumokkal. Továbbá céljaink között szerepelt a mikroorganizmusok túlélőképességének vizsgálata az emésztés modellezése során egy prebiotikumként alkalmazott frukto-oligoszacharid hozzáadása mellett.

## 2. Vizsgált anyagok és alkalmazott módszerek

Kísérleteink során kereskedelmi forgalomban kapható 100%-os ananászlevet, három különböző probiotikus törzset (*Lactobacillus acidophilus* La-5, *Lactobacillus plantarum* 299V és *Bifidobacterium lactis* Bb-12) és prebiotikumként raftiline-t alkalmaztunk. Az ananászlevet vegyeskultúrásan erjesztettük s vizsgáltuk a fermentáció alatt a sejtszámok és a pH változását, a beoltástól számított 24 óra elteltével. A fermentációt elvégeztük a 16. és a 24. órában történő raftiline hozzáadásával is. Ezenfelül a fermentáció után a gasztrointesztinális traktus modellezésének segítségével tanulmányoztuk a probiotikus mikroorganizmusok túlélőképességét és a prebiotikum védőhatását. Ehhez először gyomorsavas kezelést (pH=2,0; 0,3% pepszin tartalmú oldat) alkalmaztunk 135 percen keresztül, majd ezután következett a 150 percig tartó epesavas kezelés (pH=7,4; 0,6% epesó tartalmú oldat).

## 3. Kísérleti eredmények és értékelésük

### *Sejtszámok alakulása*

A *Lb. plantarum* 299V törzsnek voltak a legnagyobb kiindulási sejtszámai, majd ezt követte a *Lb. acidophilus* La-5 és végül a *B. lactis* Bb-12 törzs. A vizsgált törzsek kiválóan szaporodtak az ananászlében, a sejtkoncentráció minden beállítás esetén meghaladta a  $10^9$  TKE/ml-es nagyságrendet. Megállapítottuk, hogy a prebiotikum hozzáadás nem befolyásolta a sejtszámok alakulását, hiszen anélkül is kiválóan szaporodtak a baktériumok. Raftiline hozzáadás nélkül nagyobb sejtszámokat detektáltunk a fermentációt követően, mint amikor a 16. órában prebiotikumot adtunk az ananászléhez. Következésképpen elmondható, hogy vegyeskultúrák fermentáció esetén a probiotikumok jól kiegészítik egymást, kedvező hatással vannak egymás szaporodására. Ellentétben a korábban elvégzett monokultúrák kísérletekkel, mikor egyértelműen látható volt a szaporodást támogató hatása, mely a 16. órában történő raftiline hozzáadásnál volt kiemelkedő, különösen a *B. lactis* Bb-12 esetén.

### *pH értékek alakulása*

A 24 órás fermentáció végén a kiindulási pH értékek minden beállítás esetén közel azonos értékre csökkentek. A pH értékek párhuzamban lehetnek a sejtszámok alakulásának mértékével, hiszen a

probiotikus mikroorganizmusok metabolikus tevékenységük során tejsavat és rövid szénláncú zsírsavakat (SCFA) termelnek, melyek által növelik a savasságot, így csökkentik a pH-t. Azonban megfigyelhető, hogy mikor a fermentáció prebiotikum nélkül zajlott, a pH a kiindulási 6,9 értékről pH 3,9-re és 3,84-re csökkent, ezesetben a sejtszám  $5,6 \cdot 10^9$  TKE/ml volt mind a *Lactobacillus*-ok, mind a *Bifidobacterium* esetében. A 16. óránál hozzáadott prebiotikum további hasznosítható szénhidrát forrást biztosított, melynek következtében a pH 3,75-re csökkent, ekkor a meglehetősen savas közegben némileg kisebb sejtszám volt detektálható. Eszerint jól látható a prebiotikum anyagcserére való hatása.

#### *Vegyeskultúrával fermentált ananászlé szimulált emésztőrendszerrel történő vizsgálata*

A szimulált emésztőrendszerrel történő vizsgálat után tapasztalható volt, hogy minél hosszabb ideig vannak kitéve a sejtek a gyomorsav, majd az epesav roncsoló hatásának, annál jobban csökken a számuk. A prebiotikumot nem tartalmazó ananászlében a 135 percig tartó gyomorsavas, majd a 150 percen át tartó epesavas kombinált kezelés után is  $10^8$  TKE/ml-es nagyságrendű volt a *Lactobacillus*-ok és a *Bifidobacterium* sejtszáma. Hasonló értékeket mértem a prebiotikumot tartalmazó ananászlé minták esetén is. A prebiotikum védőhatását vizsgálva megállapítható, hogy a gyomorsavas és epesavas kezelést követően a sejtszámok, ha nem is jelentős mértékben, de minden esetben nagyobbak voltak, mikor a prebiotikumot a fermentáció végén adtam a gyümölcsléhez. Összességében kijelenthető, hogy vegyeskultúra alkalmazása esetén a prebiotikum hozzáadása nem befolyásolta jelentősen a probiotikumok túlélőképességét, ellenben a monokultúrákkal végzett kísérletekkel.

#### **4. Következtetések**

Elmondható, hogy a vizsgált probiotikus törzsek kiválóan szaporodtak az ananászlében egyéb tápanyag komponenssel való kiegészítés nélkül. Megállapítottuk, hogy vegyeskultúrában a probiotikumok kedvezően hatottak egymásra. A raftiline prebiotikum hozzáadása nem mutatott szignifikáns jelentőséget sem a szaporodásukban, sem a probiotikumok emésztőrendszerben való túlélőképességében. Munkánk eredménye alapul szolgálhat probiotikus ananászlé fejlesztésére.

#### **5. Irodalomjegyzék**

Granato, D., Branco, G. F., Nazzaro, F., Cruz, A. G., Faria, J. A. F. (2010): Functional Foods and Nondairy Probiotic Food Development: Trends, Concepts, and Products. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 9: 292-302.

Tuorila, H., Cardello, A. V. (2002): Consumer response to an off-flavour in juice in the presence of specific health claims. *Food Quality and Preference*, 13: 561–569.

## **Egyes fagykockázati indikátorok vizsgálata a Soproni borvidéken két éghajlati ciklus tekintetében (1961-1990; 1991-2016)**

### **Frost risk indicator analysis in Sopron wine region (1961-1990; 1991-2016)**

*Füzi Tamás, Ladányi Márta*

[tamas.fuzi.06@gmail.com](mailto:tamas.fuzi.06@gmail.com), [ladanyi.marta@kertk.szie.hu](mailto:ladanyi.marta@kertk.szie.hu)

Biometria és Agrárinformatika Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

#### **Összefoglalás**

Tanulmányunk fókuszában a késő tavaszi fagy mint kockázati tényező, illetve az egybefüggő fagymentes napok számának vizsgálata áll a Soproni borvidéken két éghajlati ciklust átölelő historikus időjárási adatsor alapján.

Eredményeink között bemutatjuk, hogy a megvizsgált két éghajlati ciklus alatt a Soproni borvidéken az alacsonyabb hőmérsékletű napok száma szignifikánsan csökkent, és ezzel együtt az egybefüggő fagymentes időszakok hossza szignifikánsan megnőtt.

#### **Kulcsszavak**

*klímaváltozás, Soproni borvidék, fagymentes időszak, tavaszi fagy*

#### **1. Bevezetés, a munka célja**

A mezőgazdaság a légkör pillanatnyi állapotának leginkább kiszolgáltatott ágazat. A szőlőtermesztésben a környezeti tényezők közül a legfontosabb szerepe a hőmérsékletnek van (Zanathy, 2008). A tavaszi fagy jelentős mértékben hat a termés várható mennyiségére és minőségére<sup>1</sup>. Ám az elmúlt évszázadban intenzívvé váló káros antropogén hatások a klimatikus rendszer természetes változékonyságát kiszámíthatatlanabbá tették. Az időjárás ilyen szélsőséges megnyilvánulásai lehetnek például a kiemelkedően nagy kockázattal járó hideg napok gyakorisága és kedvezőtlen megjelenése (Dunkel és Kozma, 1981). A késő tavaszi fagyok ugyanis – akár a -1 °C -os lehűlések is – jelentős termés kiesést okozhatnak (Szenteleki et al., 2012).

<sup>1</sup>[https://www.met.hu/idojaras/agrometeorologia/nemzetkozi/index.php?id=2159&hir=2018\\_marciusi\\_helyzetkep](https://www.met.hu/idojaras/agrometeorologia/nemzetkozi/index.php?id=2159&hir=2018_marciusi_helyzetkep)

Feladatunk megoldást találni az éghajlat változásához való alkalmazkodásra, a károk kivédésére, valamint a kockázati tényezők mérséklésére. A nehezen előre jelezhető jelenségek miatt a jövő az éghajlat változásával járó kihívások sokaságát állítja elénk.

Célunk két kockázati indikátor, a fagymentes időszakok évenkénti maximális hosszának, valamint a tavaszi enyhület után előforduló fagy előfordulásának elemzésével bemutatni az elmúlt közel 60 éven keresztül vizsgált változások mértékét és irányát a Soproni borvidéken.

## **2. Vizsgált anyagok és alkalmazott módszerek**

Tanulmányunkban a Magyarországon magas károkockázati tényezőt jelentő tavaszi fagy (Regös, 2015), illetve a fagyos napok számának megváltozásával foglalkozunk Sopron térségében. A tavaszi fagy veszélyének súlyosságát Keményné Horváth Zs. et al. (2017) által leírtak is alátámasztják, miszerint hazánkban a jogosnak megítélt kárenyhítő juttatás 62,6 százalékát, azaz 3084,9 millió forintot tavaszi fagykárra fizettek ki 2016-ban. A károk zöme az ültetvénykultúrákat és a szántóföldi növénykultúrákat érintette.

Az 1961-2016 között kijelölt közel két éghajlati ciklus során t-próbával hasonlítottuk össze a fagymentes időszakok évenkénti hosszát. A trendvizsgálat során kiszámítottuk a változások meredekségét, valamint szignifikanciaszintjét a teljes vizsgált idősorra (1961-2016), a referencia időszakra (1961-1990), valamint a közelmúltbeli éghajlati ciklusra (1991-2016) vonatkozóan. A két éghajlati ciklust (1961-1990; 1991-2016) Fisher-féle egzakt teszttel hasonlítottuk össze a 150-174, a 175-199, illetve a 200 napnál hosszabb egybefüggő fagymentes időszakok gyakoriságának tekintetében.

Arányok összehasonlítására vonatkozó Z-teszttel hasonlítottuk össze a hosszabb fagymentes időszakot követő fagyos időszakok visszatérési gyakoriságát a két éghajlati ciklusra vonatkozóan, illetve kétmintás t-próbával, hogy a hosszabb fagymentes időszakot követően visszatérő fagy hány napos fagymentes időszak után jelentkezett. A hosszabb fagymentes időszakot 12 napban határoztuk meg.

A kutatásunk során felhasznált adataink az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) adattárából származnak.

## **3. Kísérleti eredmények és kiértékelésük**

Sopron térségében az elmúlt két éghajlati ciklus során (1961-2016) minden évben 150 napnál hosszabb volt a leghosszabb egybefüggő fagymentes időszak. Ezen időszak hossza az 1961-1990 közötti időszakra elvégzett trendvizsgálat alapján nem változott szignifikánsan (meredekség=0,81;  $p>0,05$ ),

ugyanakkor a közelmúltbeli 26 év során (1991-2016) az évi leghosszabb fagymentes időszakok hossza szignifikánsan növekedett (meredekség=1,16;  $p<0,05$ ), míg a teljes idősor esetében is szignifikáns a változás (meredekség=0,62;  $p<0,05$ ).

Ezt a változást támasztja alá a Fisher-féle egzakt teszttel végzett homogenitásvizsgálat is ( $F=9,2$ ;  $p<0,01$ ). Az 1961-1990 között 8 év során fordult elő 150-174 nap hosszúságú fagymentes időszak, addig a közelmúltbeli éghajlati ciklusban ezen évek száma nullára csökkent, míg a 200 napnál hosszabb fagymentes időszak éveinek száma a referenciaidőszakban mért 13 évről 1991-2016 között 18 évre emelkedett, ami azt jelenti, hogy a figyelembe vett 26 év több mint kétharmadában 200 napnál hosszabbra nyúlt ezen időszak.

A tavaszi hónapokban vizsgált 12 napnál hosszabb ideig tartó fagymentes időszak után visszatérő fagyos időszakok gyakoriságának vizsgálatánál szignifikáns változást nem tapasztaltunk ( $Z=0,07$ ;  $p=0,94$ ). Az 1961-től 1990-ig tartó éghajlati ciklus 30 éve alatt összesen 24 alkalommal tért vissza fagyos nap tavasszal, az 1991-től 2016-ig tartó 26 év során 21 alkalommal.

A 12 napnál hosszabb fagymentes időszakot követő fagyos időszakok visszatérését vizsgálva kétmintás t-próbával megállapítottuk, hogy a tavaszi vegetációs időszakban a két idősor szignifikánsan nem tért el egymástól a tekintetben, hogy a hosszabb fagymentes időszakot követően visszatérő fagy hány napos fagymentes időszak után jelentkezett ( $t(43)=1,43$ ;  $p=0.16$ ).

Tavasszal a hosszabb enyhület után visszatérő fagy 1961-1990 között átlagosan 24,5 nap fagymentes időszak után következett be, 9,4 szórással, 1991-2016 között ez az átlag csökkent (20,2), a szórás növekedett (10,4).

#### 4. Következtetések

Eredményeink alapján Sopron térségében szignifikánsan hosszabb fagymentes időszakok tapasztalhatók az elmúlt közel 60 évben, míg a 12 napnál hosszabb fagymentes időszakok után visszatérő tavaszi fagy gyakorisága, valamint a fagyot megelőző fagymentes időszak hossza a két vizsgált időszak során nem változott szignifikánsan.

Molnár (2014) szerint a fagymentes időszak hosszának növekedése nem szerencsés, hiszen az ezzel együtt járó fagyos napok számának csökkenése a mezőgazdasági kártevők elszaporodásához vezethet.

A késő tavaszi fagyok kialakulásának jelentősége a szőlő-, vagy gyümölcsstermesztés területén a virágzás fenofázisában jelenthet komoly kihívást, mivel az alacsonyabb hőmérséklet hatással van a virágok

termékenyülésének sikerességére. A hűvös nappalok és a hideg éjszakák a rügyfakadást és virágzást vontatottá teszik.<sup>2</sup>

Ezen eredmények alapján a gazdálkodók számára továbbra is szükséges a tavaszi fagyvédelmi agrotechnikai eszközök és fagyvédelmi eljárások, valamint a kártevők és kórokozók elterjedése elleni védekezési módszerek alkalmazása.

## 5. Irodalomjegyzék

Dunkel Z., Kozma F. (1981): A szőlő téli kritikus hőmérsékleti értékeinek területi eloszlása és gyakorisága Magyarországon. Léghő (26) 2. pp. 13-15.

Keményné Horváth Z., Péter K., Zubor-Nemes A., Kiss A., Lőrincz K., Kóti A. (2017). Az agrár-kockázatkezelési rendszer működésének értékelése 2016.

Molnár Á., Gácsér V. (2014): Szélsőséges éghajlat–szeszélyes időjárás. Iskolakultúra, 11, 4-12.

Regős G. (2015): Fejezetek a kockázat témaköréből a közgazdaságtanban= Chapters from the topic of risk in economics (Doctoral dissertation, Budapesti Corvinus Egyetem).

Szenteleki K., Gaál M., Mézes Z., Szabó Z., Zánthy G., Bisztray Gy., Ladányi M. (2012): Termésbiztonsági elemzések a Közép-magyarországi régióban a klímaváltozás tükrében. A szőlő-, a cseresznye-, és a meggytermelés helyzete és jövőképe.

Zánthy G. (2008): Gondolatok a klímaváltozás szőlőtermesztésre gyakorolt hatásáról, Agro napló 2008. (12)2. pp. 92-94.

---

<sup>2</sup><https://fruitveb.hu/jelentes-gyumolcsfajok-2017-tavaszi-viragzasi-es-termeskotodesi-viszonyairol/>

## A kastélykertek szerepe a maros tere táji örökségében

### Castle gardens in the Maros river valley's heritage

*Kóbori Dorottya, Fekete Albert*

[koboridori@gmail.com](mailto:koboridori@gmail.com), [Fekete.Albert@tajk.szie.hu](mailto:Fekete.Albert@tajk.szie.hu)

Kertművészeti és Kerttechnikai Tanszék,  
1118 Budapest, Villányi út 35-43. "K" épület 107

#### Összefoglalás

Kutatásom tárgya a Maros megye két nagyobb települése, Szászrégen és Marosvásárhely között elterülő, dombok és hegyek által övezett sík terület, a Maros tere. A természet és ember alkotta értékekben egyaránt gazdag történeti jelentőséggel bíró folyóvölgy tájkarakterét a domborzat, vízrajz, egyéb természetföldrajzi elemek; az antropogén hatásra kialakult vonalas, objektum-szerű elemek és a szellemi hagyaték határozzák meg. Ezek közül a területen kiemelkedő jelentősége van a kastélykerteknek, mely objektum-szerű elemek kiemelten sűrűn és különleges kapcsolatrendszerben vannak jelen a területen. A Maros tere kastélykertjei egykor a térség kulturális, gazdasági és társadalmi központjai voltak. A nemesi családok birtokain működő gazdaság anyagi háttérrel biztosított, s ezek hiányában a mai kor kihívása a kastélyok és kertek öfenntartóvá tétele. A térség fellendítésében kulcsszerepe lehet a kastélykertek programalkotásának és megújításának, melyek így a kulturális turizmus kiemelt célpontjaivá válhatnak. A kertek fellendülése egyfajta katalizátorként hathat a kulturális értékekben gazdag táj többi elemének, így például az infrastruktúra vagy a településképe fejlődésénél.

**Kulcsszavak:** *történeti táj, kastélykert, Maros, folyóvölgy, Erdély*

#### Bevezetés

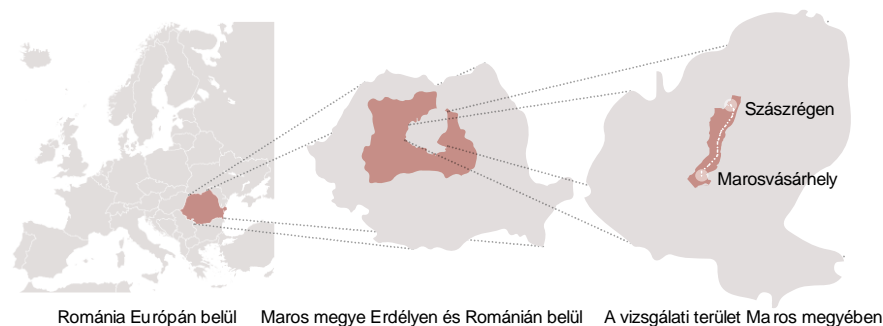
A Maros tere mind természeti, mind pedig ember alkotta kulturális értékekben kiemelkedően gazdag és egyedi tájkarakterrel bír. A munka elkészítésére a táj rossz állapotban lévő, elhanyagolt értékeinek összegzése, kiemelése, másokkal való megismertetése, megőrzése, jövőbeni fejlesztése és a figyelemfelhívás motivál. A kutatást az elméleti háttér kidolgozásával kezdem, azaz a kutatás felvetésének tisztázása után a témához kötődő fogalmakat tanulmányozom és ideológiát fogalmazok meg. Az ezekből következő kutatási kérdésekre alapozva határozom meg a módszertant és ismertetem a rendelkezésre álló legjelentősebb irodalmat. A Tájkarakter című fejezetben a táj jellegzetes természetes



adottságait, történeti alakulását és a helyi kultúra lenyomatait kutatom fel és szintetizálom. Ezek közül egy kiemelt jelentőségű kategória vizsgálata, elemzése és értékelése következik, melynek kiválasztására a táj több eleme is alkalmas és méltó lehetne. A vizsgálati területjelentős tájtörténeti vonatkozással bír, hiszen sok más folyóvölgyhöz hasonlóan itt is uradalmi központok voltak, ahol a tájegység jelentősebb kertjeit kialakították. A magas történeti kertsűrűségből adódóan jelentős fejezetet képviselnek a tájban és vizsgálat szempontjából jelen munkában is a kastélykertek.

## 1. Elméleti háttér

### 1.1. Kutatási felvetés, vizsgálati terület



1. ábra: A vizsgálati terület elhelyezkedése

A vizsgálati terület Erdélyben, Maros megyében, egy geomorfológiailag, vízrajzilag jól meghatározott, két nagyobb város között fekvő 30 km hosszú és 4-9 km széles tájrészlet: a Maros tere (1. ábra). A kutatási felvetésem, hogy ugyan tudjuk, hogy ez a táj egy kulturálisan gazdag vidék, mégsem világos, milyen tényezők határozzák meg a karakterét, milyen elemekből és hogyan áll össze egy teljes egésze. Az ember és a természet együttes alkotásáról lévén szó, a fizikailag jelen lévő elemeken túl, a területre jellemző szellemi örökség is fontos a teljes kép megértéséhez. Ezen felvetések megválaszolásához a tájkarakter, a tájidentitás, a kulturális örökség, a kulturális identitás, és a hely emberek számára való jelentésével kapcsolatos fogalmak tisztázására van szükségem.

### 1.2. Fogalmak

#### Tájkarakter

A tájkarakter egy adott tájrészletet a többtől megkülönböztethetővé tesz, azáltal, hogy egy bizonyos tájra jellemző mintázat jelenik meg, amely a helyi természeti és emberi tájalkotó tényezők együtthatásai

nyomán alakul ki.<sup>3</sup> Ehhez kapcsolható az adott kultúrák nyomait jól őrző, az ember és a természet együttes alkotását óvó UNESCO Világörökségi Listán szereplő fogalom, a *cultural landscape*, ami olyan egyetemes értékű földrajzi-kulturális régiókat hivatott védeni, melyek be tudják mutatni az adott tájak alapvető és megkülönböztető kulturális elemeit.<sup>4</sup>

### Tájidentitás

A tájkarakterhez szorosan kötődő fogalom a tájidentitás, mely egy meghatározott földrajzi régióban élő egyének tájhoz és annak karaktereihez való kötődését mutatja meg. Ez a kötődés az urbanizációs és globalizációs folyamatok során átalakulhat vagy akár el is veszhet, hiszen a városban élő társadalom nem észleli életvitelének tájformáló hatásait. Gazdag természeti és kulturális örökség jelenléte ellenére a tájidentitás, s ezzel együtt a nemzeti és közösségi identitás egyre gyengül európai és magyar tendenciák tekintetében is. A negatív tendencián a tájértékekre és a tájkarakterre vonatkozó adatgyűjtés és a közösségi alapú felmérés, megőrzés segíthet.<sup>5</sup>

### Helyről és emberről szóló elméletek

A **hely szelleme** (*genius loci*) az a szellemi erő, melyet adott hely sugároz magából. Leglényegesebb tulajdonsága a helyhez kötöttség, hiszen a hely szellemét csak az adott helyszínen tartózkodva érezhetjük, élhetjük át és foghatjuk fel. Ez az erő megérinthati egy adott hely lakóját vagy az odalátogatót is. Fontos szerepet játszik a fogalomban a területhez kötődő történetiség, mint értékes szellemi örökség.<sup>6</sup>

Egy másik ember-hely elmélet a „**helyről alkotott kép**” (*place image*), mely szerint az ember szubjektív szűrőn keresztül vizsgálja a helyeket, az információkat rendszerezi, végül kialakít magában egy képet. A *genius loci*-val ellentétben ez a kép nem helyhez kötött, akkor is előhívható, ha nem a helyszínen tartózkodunk, továbbá úgy is kialakulhat, hogy még nem voltunk a területen. Ebben a fogalomban a történetiség kevesebb, a jelen viszont nagyobb szerepet kap.<sup>7</sup>

Egyre gyakrabban használt a *genius loci*-hoz hasonló elmélet, a „**helyérzet**” (*sense of place*), mely inkább a hely szellemének és a „helyről alkotott kép” tudatosodása, egy képesség, amely az egyén birtokában van.<sup>8</sup> A fogalomban több az emberi tényező szerepe, elsősorban nem a helyekhez, hanem

---

<sup>3</sup>Nemzeti Tájstratégia (2017-2026)

<sup>4</sup>UNESCO, 2012

<sup>5</sup>Nemzeti Tájstratégia (2017-2026)

<sup>6</sup>Jankó, 2002

<sup>7</sup>Jankó, 2002

<sup>8</sup>Holt-Jensen, 2018; Jankó, 2002

sokkal inkább az egyénhez, a közösségekhez kapcsolódó fogalom. Egyes helyekkel kapcsolatban érzések alakulnak ki bennünk, melyek így részei az identitásunknak<sup>9</sup>.

### Kulturális örökség

Az elmúlt évtizedekben nőtt a kulturális örökség jelentősége és ezzel együtt új nézőpontok és attitűdök születtek a fogalom körül<sup>10</sup>. Korábban a fogalom a történeti objektumokra összpontosított<sup>11</sup>, mint a különböző műemléki épületek és területek. Ezzel szemben mára emberközpontúvá vált, lényege, hogy az adott objektum mit jelent az embereknek<sup>12</sup>. Emellett a hangsúly a régi, esztétikus és nemzeti szempontból fontos helyett, a lokálisan különleges, kulturálisan értékesre került<sup>13</sup>. Jelentése tehát folyamatosan változik, de az megállapítható, hogy három folyamat jellemző a fogalom kibővülésére. A történeti objektum már nem csak önmagában értendő, hanem azzal együtt, amit az emberek számára jelent. Míg alaphoz a történeti és művészeti értékek voltak az egyetlen meghatározók, mára a továbbiak adódtak hozzá: a kulturális és identitásbeli érték, valamint az objektum azon képessége, hogy emlékeket hozzon elő. A kulturális örökség korábban azon múlt, hogy az szerepel-e egy listán, míg ma annak vehető, ha az objektum olyan értékeket hordoz, mely alapján egy adott társadalom örökségnek gondolja<sup>14</sup>. A kulturális örökség lehet a történelem szimbóluma és növelheti az identitástudatot<sup>15</sup>. Megőrzése, kutatása és újjáélesztése fontos, hozzájárulva olyan társadalmi problémák megoldásához, mint a kulturális identitás elvesztése, vagy a többségi-kisebbségi konfliktusok. A Trianoni békeszerződés során országunk 2/3-os területvesztéséből adódóan a magyar identitás összetetté vált. Az identitás elvesztése és az etnikai asszimiláció komoly társadalmi problémák, melyek szellemi egészségbeli és önbecsülési nehézségekhez vezethetnek<sup>16</sup>. Emellett a kulturális örökség gazdasági szempontból is jelentős lehet az idegenforgalom ösztönzése és a települések stabilitásának növelése révén<sup>17</sup>.

### Kulturális identitás

Ahelyett, hogy az identitás bennünk lévő természetét hangsúlyoznák, egyes elméletek előrébb sorolják az egyénen kívül elhelyezkedő társadalmi szerkezeti és kulturális elemeket annak

---

<sup>9</sup> Jankó, 2002

<sup>10</sup> Loulanski, 2006

<sup>11</sup> Antrop, 2005; Smith, 2006

<sup>12</sup> Abu-Khafajah, 2010

<sup>13</sup> Clark, 2000

<sup>14</sup> Vecco, 2010

<sup>15</sup> Braaksma- Jacobs- van der Zande, 2015

<sup>16</sup> Bhugra, 2005

<sup>17</sup> Bessière, 1998; Palmer, 1999

kialakulásában<sup>18</sup>. Mivel a kutatásomban a kulturális örökségnek van szerepe, ezért a társadalmi identitás egy speciális típusára, a kulturális identitásra fókuszálok, mely az egyén önértékelését fejezi ki egy kulturális csoport tagjaként, mely csoportot egy közös kulturális örökség határozza meg<sup>19</sup>, mint a közös nyelv, tradíciók, normák, értékek, hit, összejövetelek, tudás, történelem és a hovatartozás érzése<sup>20</sup>.

### 1.3. Ideológia

Egy meghatározott földrajzi-kulturális régióban élő helyi közösségre hatással vannak a táj természetföldrajzi adottságai, így a különböző külső és belső társadalmi, gazdasági és kulturális tényezők, valamint a természeti környezet nyújtotta fizikai adottságok, lehetőségek mentén megjelennek a helyi kultúra, társadalom táji lenyomatai. Ez az ember és természet által közösen alkotott, egyrészt látható, de szellemi fogalmakkal is összetetten átszőtt rendszer adja a táj karakterét. Lényeges, hogy a helyi közösség mennyire erősen kötődik a tájhoz, annak karakteréhez és értékeihez. A Maros tere fejlesztésében ugyanis kardinális fontosságú lehet- a fenntarthatóság és az értékes tájrészlet védelme érdekében- az egyének tájidentitásának. A közösség a tájat helyről és emberről szóló elméletek mentén érzékeli és az különböző módon van rá hatással. Másként érez és másként fogadja be a hely szellemét az adott földrajzi-kulturális régióban élő, ennek megfelelő kulturális identitású közösség tagja, mint egy ide látogató turista. A dinamikusan változó fogalomhoz való új hozzáállások alapján ma már nem feltétlenül a bizonyos paramétereknek megfelelő, szakértők által kiválasztott történeti elemek tekinthetők kulturális örökségnek, hanem akár egy helyi közösségben létrejött értékek is, melyek kiemelten befolyásolják a helyi közösség kulturális identitását. A vizsgált fogalmak bonyolult rendszerben kötődnek egymáshoz és hatnak egymásra.

### 1.4. Kutatási kérdések

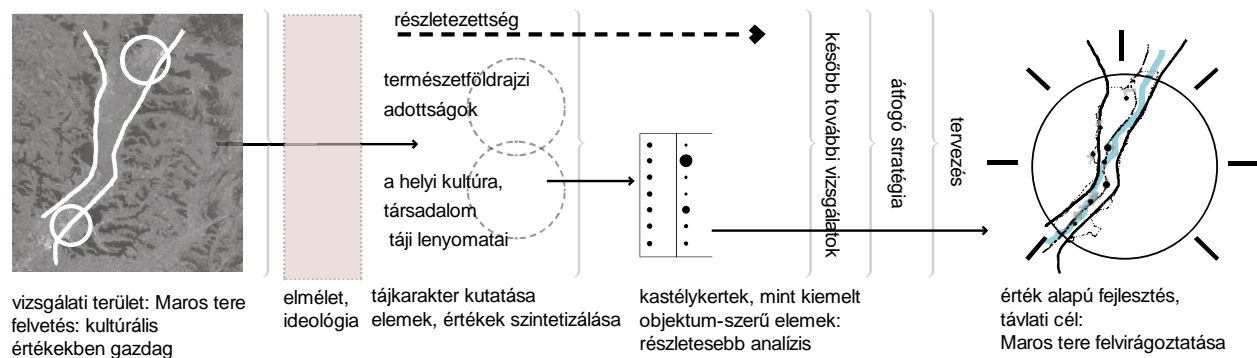
- Mely természetföldrajzi adottságok határozzák meg a Maros tere tájkarakterét és hogyan hatottak ezek a helyi kultúra és társadalom táji lenyomataira?
- Melyek a táj és a tájkarakter kiemelt jelentőségű fő alkotóelemei?
- Melyek a Maros tere fizikai és szellemi értékei?
- Melyek az általánosan elfogadott módszerek a világban jelentős történeti múltú, kulturális értékekben gazdag, esetleg folyó menti tájak fejlesztésére?
- Hogyan értékelhető és értelmezhető a Maros tere az érték alapú tervezés alapjaként?

<sup>18</sup>Owens-Robinson-Smith-Lovin, 2010

<sup>19</sup>Schwartz-Montgomery-Briones, 2006; Yasui-Dorham-Dishion, 2004

<sup>20</sup>Lal, 1995; Tartakovsky, 2013

## 2. Módszertan



2. ábra: Módszertan

A kutatásnál a Maros tere tájkarakterét, az azt alkotó elemeket szintetizálom és a tájrészlet fontosabb értékeit mutatom be. Az elméleti háttér kidolgozása során felvetett kutatási kérdéseimnek megfelelően először esettanulmányokat hívok segítségül, melyek ezen folyóvölgyi, történeti tájhoz hasonlóak, ma is működnek és ezáltal a rendszerezés és fejlesztés elveiben példamutatók. Hasonló ennek mentén az autentikus bortermesztéséről híres Douro- és La Rioja-; a kastélykert birodalomként emlegetett Dessau-Wörlitz-; és a kastélyokra, kerékpáros, gyalogos turizmusra nagyban építő Loire folyóvölgyek. Ezek részletesebb tárgyalása azonban ezen cikk keretein túlmutat. A jelenlegi állapotról a LEADER Egyesület *Helyi fejlesztési stratégiája*<sup>21</sup> biztosít további adatokat, azonban a tájértékek részletes vizsgálatával még nem foglalkoztak. A táj értékeinek megismerése és rendszerezése után annak egy jelentős potenciálú elemét, a kastélykerteket emelem ki és elemzem részletesebben, megalapozva ezzel egy fenntartható, érték alapú fejlesztési folyamatot. A kastélykertekre vonatkozóan Dr. Fekete Albert: *Az erdélyi kertművészet - Maros menti kastélykertek*<sup>22</sup> című átfogó műve áll rendelkezésemre. Gazdag fotódokumentációt biztosítanak a Dr. Fekete Albert és a Tájépítészeti és Településtervezési Kar által 2003 óta tartó felmérések. Noha a Maros tere minden elemére vonatkozó, kellő mélységű elemzések további kutatásokat igényelnek, nem részei ezen munkának, célom vele mégis a táj távlati fejlesztésének elindítása. Az eredmények várhatóan képesek lesznek meghatározni a következő lépéseket és a munka végül egy vázat, alapot képezhet a jövő fejlődési folyamataihoz. (**Error! Reference source not found.**)

<sup>21</sup>LEADER Egyesület, Helyi fejlesztési stratégia, 2018

<sup>22</sup>Fekete, 2007

### 3. Tájkarakter

#### 3.1. Természetföldrajzi adottságok

A Maros folyó földrajzi nagytájakat: a Székelyföldet és a Mezőséget választja el és köti össze vonalas elemként. Északi határát a Kelemen havasok, északkeleti határát a Kárpátok masszívuma: a Görgény havasok, nyugati határát a Mezőség, az erdélyi medence adja. Délkeleten a Nyárad- délen pedig a Kis-Küküllő mente jelenik meg.

##### 3.1.1.Domborzat

A Maros terét körülvevő, benyúló hegyek dombokká majd síkká szelődülnek, ez a 300 méteres tengerszint feletti magasságon lévő rész képezi a vizsgálati területet. Nyugaton közvetlenül 300-500 méteres magasságban emelkedik a hegyes-dombos Mezőség keleti része, melyet patakmedrek tagolnak. Jellemzően magasabb a kelet felől határoló Maros-Nyárad folyó közötti 400-600 méteres dombos-hegyes vidék. A völgyet keretező dombok körülbelül 150 méterrel magasodnak a völgy síkja fölé, így nem meglepő, hogy a területet „Lapos-Marosmentének” is nevezik.

##### 3.1.2. Vízrajz: a Maros és mellékfolyói

Az észak felől folyó Maros a hegyek közül kiérve megcsendesedik, ezzel véget ér a Felső Maros és elkezdődik a Maros tere.<sup>23</sup> A folyó egyrészt földrajzi, geomorfológiai választóvonal, ugyanakkor összekötő elem is. Változatos, gazdag folyóhálózat található a vizsgálati területen, melyet egyértelműen a Maros folyó dominál. Ebbe csatlakoznak a mellékfolyók és patakok, melyek a környező dombok, hegyek völgyein keresztül érkeznek. Ezeken kívül tavak, halastavak is jelen vannak, melyek közül a legnagyobb kiterjedésű a Faragó-Marossárpatak közötti duzzasztott tó hálózat.

##### 3.1.3. Egyéb természeti elemek

A Maros terén mérsékelt kontinentális éghajlat a jellemző, évi 8°C átlaghőmérséklettel és 700-900mm/év csapadékmennyiséggel. Természeti adottságként és értéként emelhetők ki a Maros mindkét partján fellelhető kavics és homok, a sós források és az erdők. A vizsgálati területet keretező dombtetők, hegygerincek beerdősültek, ezek közül is a keleti határon lévő, Maros és Nyárad közötti területeken találhatunk kiemelten fontos erdőket. A 300-600 m magas dombokon és hegyeken leginkább a Mezőségben ezen magasságban megjelenő gyertyános-tölgyesek találhatók. Jellemző még a tájegységre a virágos növények, kiterjedt füves rétek jelenléte is. Biodiverz, értékes a terület flórája és faunája, melyből 13,9 km<sup>2</sup> kiemelkedő értékkel bíró terület Natura 2000 védettség alatt áll.<sup>24</sup>

---

<sup>23</sup> Fekete, 2007, 22.p.

<sup>24</sup> LEADER Egyesület, Helyi fejlesztési stratégia, 2018; Hamar, Sárkány-Kiss, 1995; Nagy Tóth, 2008

### 3.2. *Tájhasználat a múltban: tájtörténeti kutatás*

A Maros völgye valószínűleg a legrégebben lakott folyóvölgy Erdélyben. Már a római időkben sőt szállítottak rajta, így nem meglepő, hogy az összes fejedelmi központ, mint például Radnót vagy Gyulafehérvár, további városok és rezidenciák e folyó mentén jöttek létre. A jelenlegi főút egyrészt a római utak, másrészt egy fontos középkori, Beszterce – Szászrégen – Marosvásárhely gazdasági centrumokat összekötő kereskedelmi út nyomvonala mentén alakult<sup>25</sup>. A II., III. Katonai Felmérés, és az utóbbi felújított változatán<sup>26</sup> a történeti térképek közül a legpontosabb képet kaphatjuk a Maros teréről. A völgy sík részein mezőgazdasági művelés figyelhető meg, a folyó pedig mindvégig szabályozatlan marad, míg a beépítések növekedése a nagyobb városok és ezekhez közel fekvő falvak esetében jelentősebb változást mutat.

### 3.3. *A helyi kultúra, társadalom táji lenyomatai*

#### 3.3.1. Tájhasználat

A Maros tere gazdasága a mezőgazdaságon alapszik, azon is belül az állattenyésztésre és a gabonatermesztésre. A vizsgálati területen összesen 19807 hektár mezőgazdasági terület van, ezt körülbelül 12858 hektár szántó, 4353 hektár legelő és 2430 hektár rét alkotja. A mezőgazdasági termesztésre a gabonaféle, zöldség, gyümölcs, szőlő, cukorrépa és dohány, míg az állattenyésztésre a sertés, marha és juh a jellemző. Északon, Szászrégentől keletre gyümölcsösök és szőlők jelennek meg.<sup>27</sup>

#### 3.3.2. Vonalas elemek: utak és vasút

A Maros terére jól szervezett infrastruktúra jellemző, hiszen a terület jól feltárt, közlekedési csomópontokkal, vasúti csomópontokkal és a marosvásárhelyi repülőtérrel. A DN15-ös európai jelentőségű út adja a fő vázat, melyről megyei utak ágaznak le, átszöve a területet. Ezekhez további, alsóbb rendű falusi utak csatlakoznak. Meghatározó továbbá a Szászrégen és Marosvásárhely közötti 405-ös számú vasútvonal. Több út mára elveszett, nagyban nehezítve néhány község megközelítését.<sup>28</sup> Ilyen a Szászrégent Abafájával és Vajdaszentivánnal egykor összekötő út, mely fenti községek a környék úthálózatába való beillesztésében nagy szerepet játszhatott<sup>29</sup>.

<sup>25</sup>LEADER Egyesület, Helyi fejlesztési stratégia, 2018

<sup>26</sup>**II. katonai felmérés** (1853–1873): Hadtörténeti Múzeum Térképtára, Erdély, OST, szelvények: II-10, II-11, II-12; III-10, III-11, III-12; **III. Katonai Felmérés**(1873): Hadtörténeti Múzeum Térképtára, Habsburg Birodalom, szelvények: 5273/3, 5273/4; 5373/1, 5373/2; 5373/3, 5373/4; **III. Katonai Felmérés felújított változata** (1943) Hadtörténeti Múzeum Térképtára, Magyarország, szelvények: 5273 ny, 5273 k; 5373 ny, 5373 k

<sup>27</sup>LEADER Egyesület, Helyi fejlesztési stratégia, 2018

<sup>28</sup>LEADER Egyesület, Helyi fejlesztési stratégia, 2018

<sup>29</sup>III. Katonai Felmérés, Marosvásárhely-Szászrégen, 1873

### 3.3.3. Települések

A legmegfelelőbb a természeti adottságoknak köszönhetően a Maros mentén legnagyobb a falvak sűrűsége. A térség központi magját a Maros bal partján, az országút mellett lévő nagyjából 1500-2000 fős települések adják. A Maros jobb partján lévő alacsony dombság területén, a Lúcs és Sár patak völgyében lévő kisebb települések másik kategóriát jelentenek, a falvakat jellemzően 500 fő lakja. Végül a Maros bal partján, a folyó és a Nyárád közötti dombság alatt lévő kis települések egy újabb csoportként értelmezhetők.<sup>30</sup>

A terület jól fejlődő, városiasodott zóna szomszédságában van, ez előnyökkel és hátrányokkal járhat. Marosvásárhely közelsége, az esetleges urbanizáció, a falusi karakter eltűnésével, a helyiek tájidentitásának gyengülésével fenyeget. Marosszentgyörgy például Marosvásárhellyel szinte egybeolvadva már annak agglomerációjaként értelmezhető. A falvakat jellemzően magyar lakosság adja. Sok helyen jelent problémát a szegény, munkanélküli, a társadalom peremén élő emberekből álló lakosság magas aránya. Az alacsony lakosságszám sok falu hosszútávú fennmaradását is megkérdőjelezi. A falvak összképe, és főleg a faluközpontok képe a megkésett, sőt településekre specifikusan máig hiányzó ajánlások, szabályozások hiányában jelentősen átalakult. A faluképre vonatkozó műemlékvédelem és az értékes épületek kataszterének és védelmének hiánya pedig a tradicionális parasztházak elhagyatottságához, teljes eltűnéséhez vezetett.

### 3.3.4. Kastélykertek, mint kiemelt jelentőségű objektum-szerű elemek

A Maros tere kulturális örökségének kiemelkedő értékei az objektum-szerű értékes történeti elemek, ezek közé sorolhatók a kastély-kert együttesek, kúriák, templomok, temetkezési helyek, kripták, emlékművek, szobrok és keresztek. Közülük kiemelkedő fontosságúak a kastélyok és az ezekhez tartozó kertek, kripták, melyek tájtörténeti fontosságát mutatja, hogy egykor a hozzájuk tartozó birtokokkal a vidék kulturális, gazdasági és társadalmi központjaiként működtek. A nemesi családok közötti egykori szellemi kapcsolatra és összetartozására utal az a tudatos tervezés, melynek hatására a területen máig létező vizuális kapcsolatok fedezhetők fel ezen objektumok között (2. ábra).

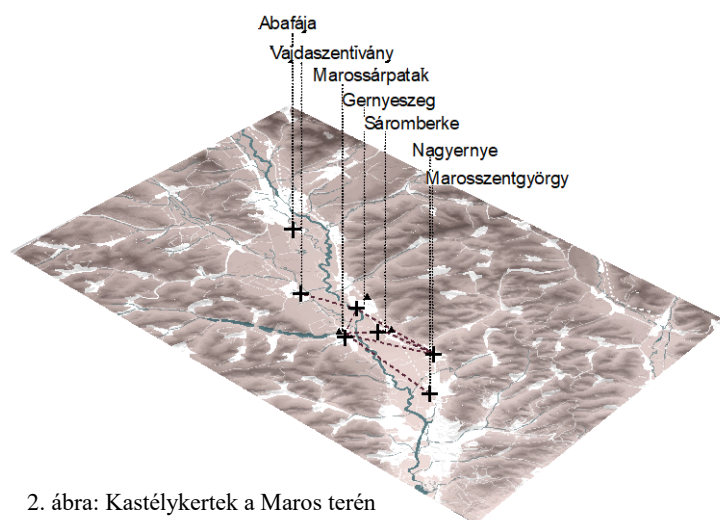
---

<sup>30</sup>LEADER Egyesület, Helyi fejlesztési stratégia, 2018; Nyárádmente LEADER Egyesület, Maros menti partnerség LEADER Egyesület, [2015]



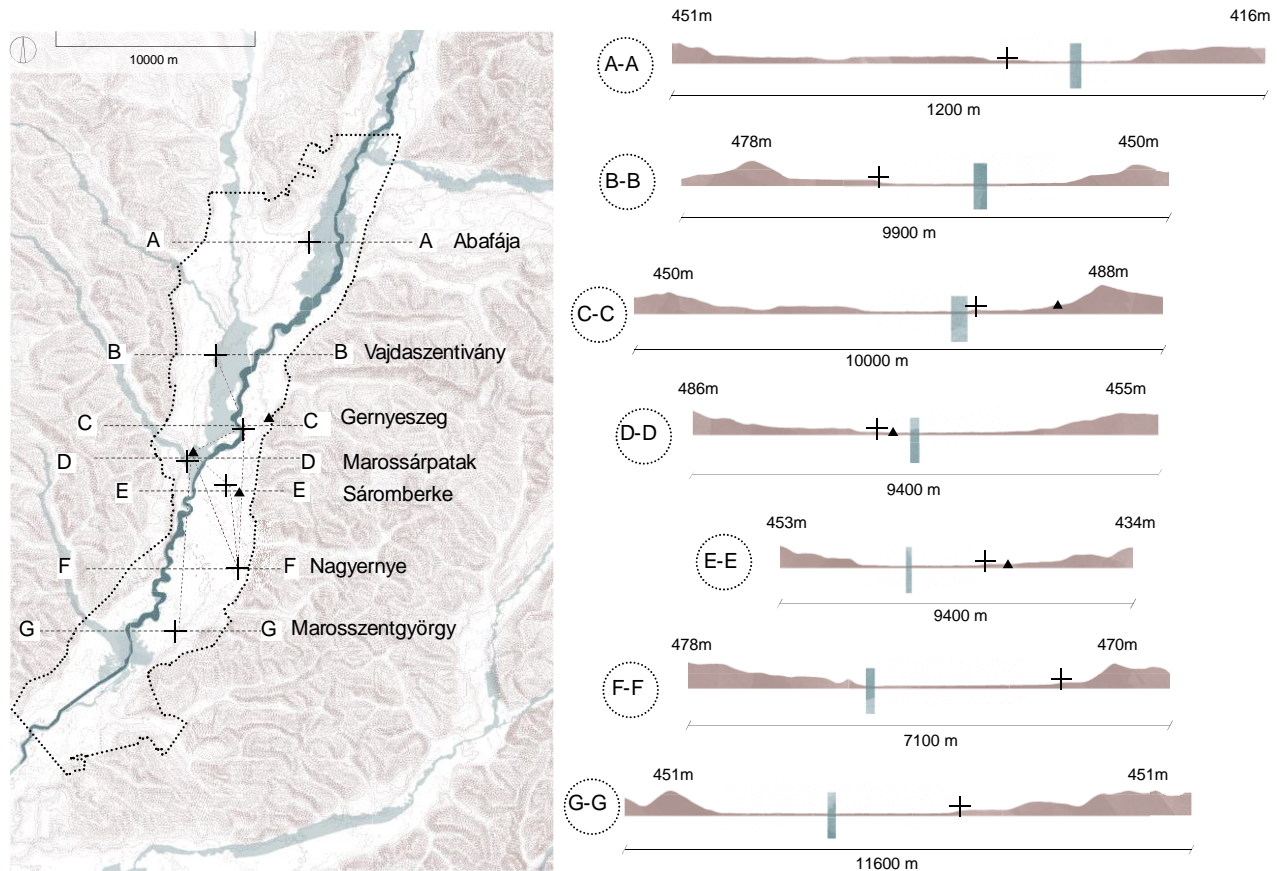
Abafáji Huszár-kastélykert

- Gernyeszegi Teleki kastély-kert együttes
- Marossárpataki Teleki kastélykert
- Marosszentgyörgyi Petki–Máriaffy kastély-kert együttes
- Nagyerneyi Bálintt kastély-kert együttes
- Sáromberki Teleki-kastélykert
- Vajdaszentiványi Zichy-Horváth kastély-kert együttes



2. ábra: Kastélykertek a Maros terén

A Maros terét vizsgálva a völgy különböző pontjain más és más térézzettel találkozhatunk, hiszen a völgy eltérő szélessége miatt különböző mértékben érzékelhetők a dombok, hegyek. Meghatározó a térézet szempontjából a Maros folyó medrének távolsága a településektől és a kastélykertektől (4. ábra).



3. ábra: A kastélykertek kapcsolata a tájjal, a völgy jellemző természetei

A kastélykertek kiemelkedő fontosságú szerepét indokolja egyrészt a Maros terén jelen lévő magas történeti kert sűrűség. Ez a vizsgálati területen a Nyugat Magyarországi  $GD=16,5$ -höz közeli  $GD=15$ -ös értéket mutat, míg egész Erdélyt tekintve ez a szám csak  $GD=3,45$ .<sup>31</sup> A vizsgálati területhez földrajzilag hozzátartozó egység a Maros e szakaszának vízgyűjtője, ahol az általam vizsgált kastélykerteken túlmutatva 13 kastélyt, 38 udvarházat találunk és további 4 elpusztult kastélyról tudunk.<sup>32</sup> A kastélykertek jelentőségét tovább erősíti, hogy a Maros terén és a hozzá tartozó földrajzi egységben 5 dendrológiai kert<sup>33</sup> és legalább 65 dendrológiai tájkertekből ismert növényegyed található meg.

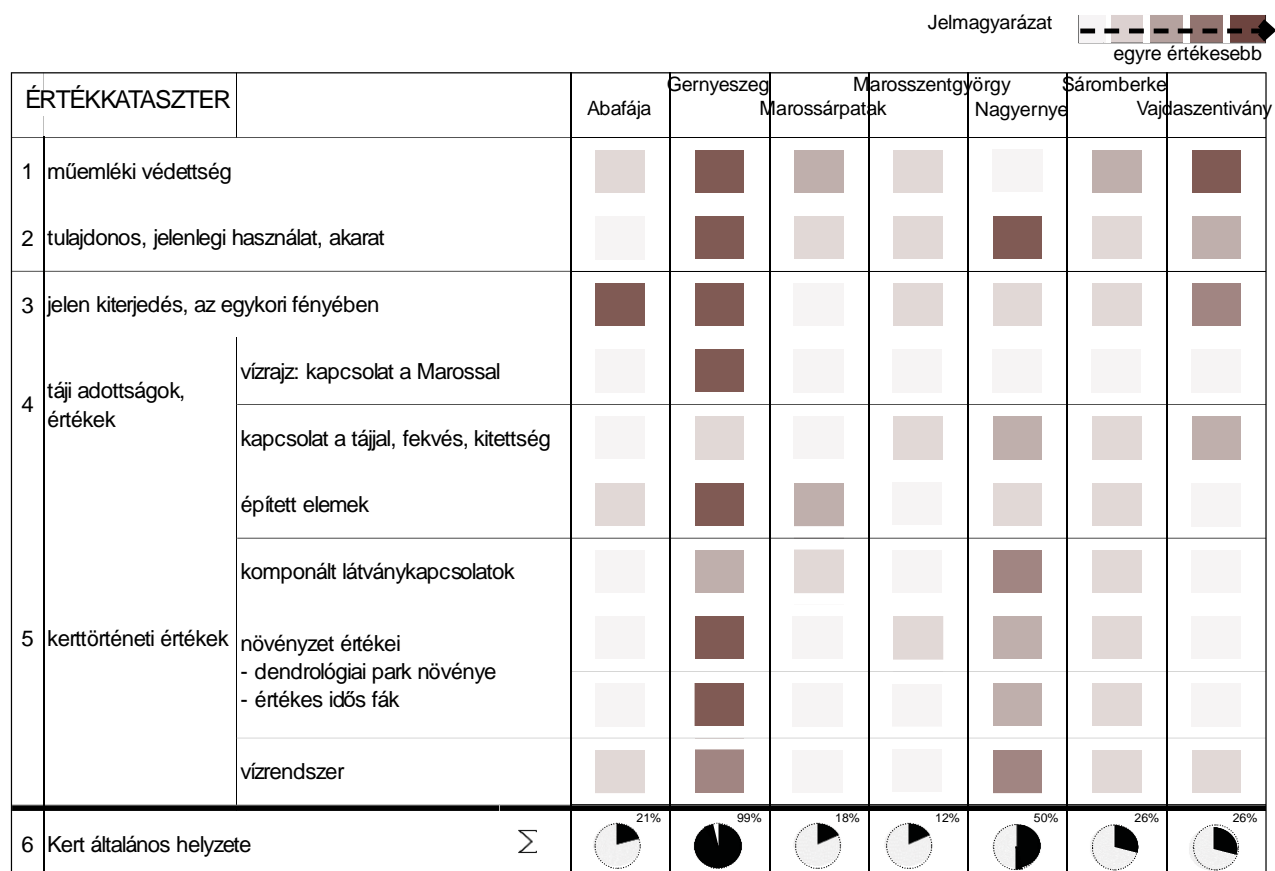
A kerteket egységes felmérőlapok alapján elemeztem, melyek részletes ismertetését a cikk terjedelme nem teszi lehetővé. Ezek egymással való összevetése alapján megállapítható, hogy megszűnt minden kerttörténeti érték, így megújítással sincs az esély az egykori képéhez hasonló állapot elérésére az abafáji, marossárpataki és marosszentgyörgyi kastélykertek esetében. Megőrzött egy-két kerttörténeti értéket, de

<sup>31</sup> $GD=1000/LHGD$ ;  $LHGD$  = terület mérete/történeti kertek száma; Szabó T., 2000 módszerét alkalmazva, Dr. Fekete Albert saját felmérései alapján becsült értékek

<sup>32</sup>Keresztes, 1995 egész Maros megyére vonatkozó adatai és az általam lehatárolt földrajzi egység alapján meghatározott számok

<sup>33</sup>Sárospataki, 2014

visszaállításról szintén nehezen lehet beszélni a sáromberki és vajdaszentiványi kastélykerteknél. Viszonylag jól őriz kerttörténeti értéket és ez alapján akár az eredeti térszerkezet is visszaállítható a nagyernyei, de főként a geryeszegi kastélykertben (4. ábra).

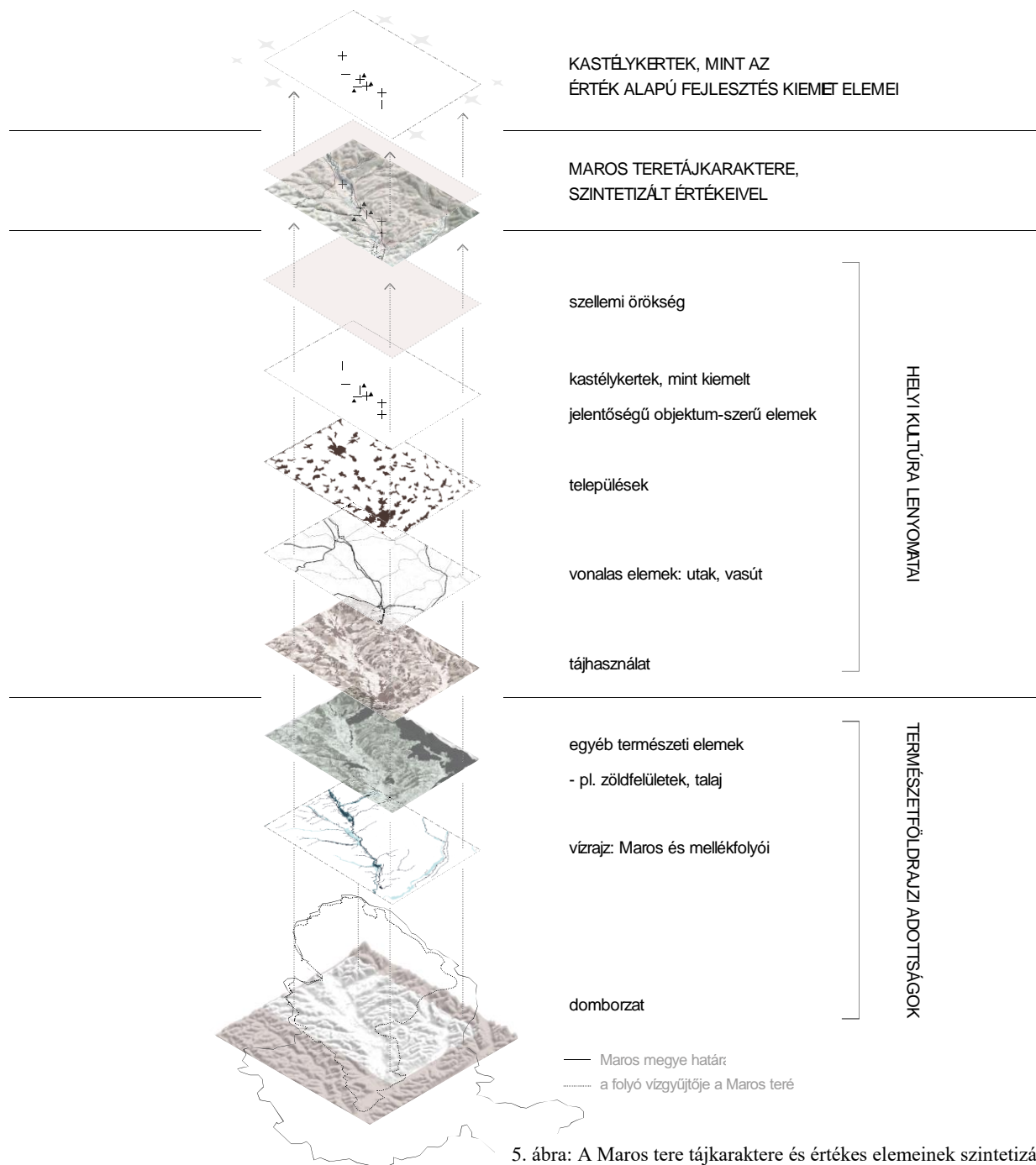


4. ábra: A Maros tere kastélykertjeit összehasonlító értékkataszter

### 3.3.5. Szellemi örökség

A Maros tere történeti értékeinek rossz állapota ellenére az azok mögött álló kulturális vonatkozások felerősítik a hely szellemi erejét, különleges *genius loci* alkotva, mely a történelmi múlt ismerete és a helyi kulturális értékek nem megfelelő bemutatása, kidomborítása nélkül az ide látogatóban vagy akár az itt élőben talán negatív „helyről alkotott képet” és „helyérzetet” alakít ki. A helyiek kulturális- és tájidentitása is hozzátartozik a tájrészlet szellemi örökségéhez, mely a közösség által meghatározott, lokálisan különleges értékek védelmével és fejlesztésével erősíthető lehetne. A táj hét kastélykertjéből háromnak is a nevéhez fűződő Teleki család emlékét és örökségét feltétlenül a táj szellemi hagyatékához kell sorolni, de tartozik természetesen a többi nemesi család is, akik birtokukon a kultúra és a fejlesztés szellemiségével nagy szerepet játszottak a táj és települések fejlődésében. A szellemi örökség részét képezik ezen kívül a közös nyelv, tradíciók, normák, történelem, néprajzi hagyományok, szokások,

foglalkozások, vallás és szimbólumok, melyek az egész táj karakterének formálásában részt vettek, annak elemeire hatottak.



5. ábra: A Maros tere tájkaraktere és értékes elemeinek szintetizálása

#### 4. A táj fejlesztési lehetőségei, a kastélykertek jelentősszerepe

A Maros tere fejlesztési lehetőségeit központi elhelyezkedése, változatos természeti adottságai és a gazdag kulturális örökség adják, s ezek helyi és regionális szinten fontos fejlődési forrásokat jelentenek

(5. ábra). Noha a turizmus fellendülést mutat, a terület ilyen jellegű potenciálja kiaknázatlan. A Maros terén jelen van kulturális-, falusi-, agro-, és sport turizmus, de vannak, akik vadászat, halászat és rekreáció céljával érkeznek. A környező két városban sok szálláslehetőség van, ám az ezek közötti falvakban, a folyó mentén a szálláskapacitás elmaradott, hiszen mindössze 9 turisztikai egység van jelen Marosszentgyörgyön, Gernyeszegen, Körtvélyfáján és Nagyernyén<sup>34</sup>. A meglévő infrastruktúrális rendszer lehetővé teszi a terület és annak értékes objektum-szerű elemeinek autóval és vonattal történő megközelítését. Nem megfelelően kiépítettek, bár jelentős potenciált jelentenek a vízi-, a kerékpáros- és gyalogos turista útvonalak. A kastély-kert együttesek felújítása és felfűzése első lépések között lehetne a Maros tere érték alapú, turisztikai fejlesztésében, ezáltal a települések, vonalas elemek, a folyó és egyéb objektum-szerű elemek megújulását is beindítva

## 5. Következtetések

A kutatási felvetésem a Maros tere kulturális értékekben gazdag táj karakterének, alkotóelemeinek meghatározása volt. Az ehhez kapcsolódó fogalmak és megfogalmazott ideológia mentén világossá vált, hogy a szintetizálás menete a következő fő gondolatok mentén kell haladjon: a vizsgálati terület gazdag természeti adottságai az itt élő közösség a történelem során bekövetkező, tájidentitásának megfelelő tájformálása során bizonyos emberi lenyomatokkal módosultak, fizikai és szellemi értékeket alkotva. A karakteres domborzat, a földrajzi tájakat egymással összekötő, de egyben elválasztó Maros folyó és egyéb természeti elemek már önmagukban is jellegzetes karaktert adnak. A folyó gazdag élőhely és már az ókori és középkori időkben gazdasági és társadalmi hasznot hozott a vidéknek, összekötő, szállítási lehetőségeivel. Az emberek a megfelelő földrajzi adottságoknak köszönhetően jellemzően a Maros mentén alakították ki településeiket, uradalmi központjaikat, nemesi rezidenciájukat. A vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a Maros terén a természeti és az antropogén hatások együttes, harmonikus alkotását figyelhetjük meg, jellegzetes kulturális elemekkel, így a tájrészlet az UNESCO *cultural landscape* védettségi kategóriájára is méltó lehet, segítve a megóvást és fejlődést. A helyi közösségek lenyomataiként vizsgáltam a tájhasználatot, a vizsgálati területet karakteresen átszelő vonalas elemeket: az utakat és a vasutat, a településeket és az objektum-szerű elemeket, melyek közül a területen kiemelkedő jelentősége van a kastélykerteknek. Az értékekben gazdag tájrészlet fejlesztése több szempontból is megközelíthető lenne, de a területet leginkább a szellemi örökség, a helyi kultúra

---

<sup>34</sup>LEADER Egyesület, Helyi fejlesztési stratégia, 2018

gazdagságánál kellene megragadni és rendszerben kezelni. Az egyes kastélykertek sajnálatosan sok esetben már csak elenyésző értéket képviselnek eltűnt kerttörténeti értékeikkel, beszűkült területükkel. Az őket körülvevő történelmi események, személyek, gondolatok és érzelmek azonban olyan kulturális örökséggé teszik őket, mely kiindulópontját képezheti egy érték alapú fejlesztésnek a Maros tere felvirágoztatásának. A kastélykertekre és a táj egyéb értékes elemeire alapozó turisztikai fejlesztés fellendítheti a helyi gazdaságot, megoldást kínálva a korábban felmerült több társadalmi problémára. A vizsgálati terület kulturális örökségének megóvása, kihangsúlyozása és felvirágoztatása erősíteni tudná a hely *genius loci*-ját, az itt élő és ide látogató emberek „helyről alkotott képét”, „helyérzetét” vagy akár kulturális identitását. A fejlesztés szempontjából kiemelt potenciálú kastélykertek közül az értékkataszter alapján kiemelkedik Nagyernye, de főként Gernyeszeg, melyek mint mintaprojektek elindíthatnák a többi kert felújítását, felfűzését és a táj fenntartható, érték alapú, turisztikai fellendítését.

## 6. Irodalom- és képjegyzék

### Könyvek

- |   |  |
|---|--|
| Fekete, 2007  | Fekete Albert (2007): <i>Az erdélyi kertművészet - Maros menti kastélykertek</i> , Művelődés Kiadó, Kolozsvár.   |
| Holt-Jensen, 2018   | Holt-Jensen, Arild (2018) <i>Geography: History and Concepts</i> . Sage, Los Angeles, London, New Delhi, Singapore, Washington DC, Melbourne   |
| Keresztes, 1995   | Keresztes Gyula (1995): <i>Maros megyei kastélyok és udvarházak</i> , Impress Kft., Marosvásárhely.  |
| Nyárádmente LEADER Egyesület, Maros menti partnerség LEADER Egyesület, [2015] | Nyárádmente LEADER Egyesület, Maros menti partnerség LEADER Egyesület [2015]: <i>Fedezd fel a Nyárád és a Maros mentét!</i> , [Adwise Print Kft, Nyárádszereda, Nagyernye.]  |
| Smith, 2006   | Smith, L. (2006): <i>Uses of heritage</i> , Routledge, New York.   |
| Szabó T., 2000  | Szabó T. Attila (2000): <i>Erdélyi történeti kertek egy biológus szemével</i> . In: Galavics Géza (szerk.): <i>Történeti kertek. Kertművészet és műemlékvédelem</i> , Budapest.  |
| Tartakovsky, 2013   | Tartakovsky, Eugene (2013): <i>Cultural identities of immigrants: Their formation in the pre-migration period and their transformation during adjustment of the host country</i> . In: Tartakovsky, Eugene (2013): <i>Immigration: policies, challenges and impact</i> , Nova Science, New York 231-254.p. |

### Folyóirat cikk

- |                    |   |
|--------------------|---|
| Abu-Khafajah, 2010 | Abu-Khafajah, Shatha (2010): <i>Meaning-making and cultural heritage in Jordan: the local community, the contexts and the archaeological sites in Khreibt al-Suq</i> , International Journal of Heritage Studies, 16(1-2), 123-139.p. |
| Antrop, 2005       | Antrop, Marc (2005): <i>Why landscapes of the past are important for the future</i> , Landscape and Urban Planning, 70(1-2), 21-34.p.   |
| Bessière, 1998     | Bessière, Jacinthe (1998): <i>Local development and heritage: Traditional food and cuisine as tourist attractions in rural areas</i> , Sociologia Ruralis, 38, 21–34.p.   |

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| Bhugra, 2005                          | Bhugra, Dinesh; Becker, Matthew A. (2005): <i>Migration, cultural bereavement and cultural identity</i> , World Psychiatry, 4(1), 18-24.p.   |
| Braaksma- Jacobs- van der Zande, 2015 | Braaksma, Patricia J.; Jacobs, Maarten H.; van der Zande, André N. (2015): <i>The Production of Local Landscape Heritage: A Case Study in The Netherlands</i> , Landscape Research, 41(1), 64-78.p.  |
| Hamar, Sárkány-Kiss, 1995             | Hamar József, Sárkány-Kiss Endre (1995): <i>The Maros/Mureş River Valley, A study of the geography, hydrobiology and ecology of the river and its environment</i> , TISCIA monograph series, Szolnok-Szeged-Tîrgu Mureş, 35-36.p.                  |
| Jankó, 2002                           | Jankó Ferenc (2010): <i>A hely szelleme, a településimage és településmarketing</i> , Tér és Társadalom 16. évf. 2002/4. 39-62.p.  |
| Lal, 1995                             | Lal, Barbara Ballis (1995): <i>Symbolic Interaction Theories</i> , American Behavioral Scientist, 38(3), 421-442.p.  |
| Loulanski, 2006                       | Loulanski, Tolina (2006): <i>Revising the Concept for Cultural Heritage: The Argument for a Functional Approach</i> , International Journal of Cultural Property, 13(02), 207-233.p.   |
| Nagy Tóth, 2008                       | Nagy Tóth Ferenc (2008): <i>Az erdélyi Mezőség növényzeti kutatásának kárpát-medencei jelentősége</i> , Debreceni Szemle, 16. évf. 1. sz., 23-24.p.  |
| Owens-Robinson-Smith-Lovin, 2010      | Owens, Timothy J.; Robinson, Dawn T.; Smith-Lovin, Lynn (2010): <i>Three Faces of Identity</i> , Annual Review of Sociology, 36(1), 477-499.p.   |
| Palmer, 1999                          | Palmer, Catherine (1999): <i>Tourism and the symbols of identity</i> , Tourism Management, 20, 313–321.p.  |
| Schwartz-Montgomery-Briones, 2006     | Schwartz, Seth J.; Montgomery, Marilyn J.; Briones, Ervin (2006): <i>The role of identity in acculturation among immigrant people: Theoretical propositions, empirical questions, and applied recommendations</i> , Human Development, 49, 1-30.p. |
| Vecco, 2010                           | Vecco, Marilena (2010): <i>A definition of cultural heritage: From the tangible to the intangible</i> , Journal of Cultural Heritage, 11(3), 321–324.  |
| Yasui-Dorham-Dishion, 2004            | Yasui, Miwa; Dorham, Carole LaRue; Dishion, Thomas J. (2004): <i>Ethnic Identity and Psychological Adjustment: A Validity Analysis for European American and African American Adolescents</i> , Journal of Adolescent Research, 19(6), 807-825.p.  |

## Internetes publikáció

|   |   |
|---|---|
| LEADER Egyesület, Helyi fejlesztési stratégia, 2018 | Maros menti partnerség LEADER Egyesület (2018): <i>Helyi fejlesztési stratégia 2014-2020 időszakra</i> , <a href="http://www.leadermuresean.ro/akciocsoport/helyi-fejlesztesi-strategia/">http://www.leadermuresean.ro/akciocsoport/helyi-fejlesztesi-strategia/</a> (2018.11.09)   |
| Nemzeti Tájstratégia (2017-2026)                    | Földművelésügyi Minisztérium, Nemzeti Parki és Tájvédelmi Főosztály: <i>Nemzeti Tájstratégia (2017-2026)</i> , <a href="http://www.kormany.hu/download/c/ff/f0000/Nemzeti%20T%C3%A1jstrat%C3%A9gia_2017-2026.pdf">http://www.kormany.hu/download/c/ff/f0000/Nemzeti%20T%C3%A1jstrat%C3%A9gia_2017-2026.pdf</a> (2018.10.10) |
| UNESCO, 2012  | UNESCO (2012): <i>Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention</i> , Intergovernmental committee for the protection of the world cultural and natural heritage, <a href="https://whc.unesco.org/en/guidelines/">https://whc.unesco.org/en/guidelines/</a> (2018.10.07)                    |

## Egyetemi dolgozatok és disszertációk

|                   |  |
|-------------------|--|
| Sárospataki, 2014 | Sárospataki Máté, Dr. (2014): <i>Dendrológiai kertek a 19. Századi magyarországi kertépítészetben</i> , Budapesti Corvinus Egyetem Tájépítészeti És Tájökológiai Doktori Iskola, doktori disszertáció, Budapest. |
|-------------------|--|

## Ábrajegyzék forrásokkal

1. ábra: A vizsgálati terület elhelyezkedése

saját készítésű ábra

2

|  |  |    |
|--|--|----|
| 1. ábra: A vizsgálati terület elhelyezkedése                               | saját készítésű ábra   | 6  |
| 2. ábra: Kastélykertek a Maros terén                                       | saját készítésű ábra   | 9  |
| 3. ábra: A kastélykertek kapcsolata a tájjal, a völgy jellemző természetei | saját készítésű ábra a Google Earth<br>domborzati profiljának segítségével | 10 |
| 4. ábra: A Maros tere kastélykertjeit összehasonlító értékkataszter        | saját készítésű ábra   | 11 |
| 5. ábra: A Maros tere tájkaraktere és értékes elemeinek szintetizálása     | saját készítésű ábra   | 12 |



## Rhizoszféra mikrobiális diverzitása bioszén kezelt talajban

### Diversity of the rhizosphere in biochar treated soil

**Kocsis Tamás<sup>a</sup>, Ferschl Barbara<sup>b</sup>, Biró Borbála<sup>c</sup>**

kocsis.tamas@etk.szie.hu

<sup>a</sup>Mikrobiológiai és Biotechnológiai Tanszék,

<sup>b</sup>Ökológiai és Fenntartható Gazdálkodási Rendszerek Tanszék

<sup>c</sup>Talajtan és Vízgazdálkodás Tanszék,

#### Összefoglalás

A Terra Preta ('Fekete Föld') talaj Dél-Amerikában az Amazonas folyó vízgyűjtő területén található. Széntartalma a környező talajokéhoz viszonyítva nagy, melynek oka a magas hőmérsékleten, kedvező talajnedvességi viszonyok között kialakult, nagy biológiai aktivitás következtében humifikálódott főleg növényi eredetű biomassza. A 'Fekete Föld' szervesanyagban, kalciumban, magnéziumban, valamint mikroelemekben egyaránt gazdag. Ebből a felismerésből indult el az a kutatási, alkalmazási irány, miszerint nem csak a természeti úton keletkezett, hanem az ipari, mesterséges folyamatokkal előállított bioszén is alkalmas lehet a talajok termékenységének javítására. Munkánk során in vitro kísérletben vizsgáltuk a bioszén hatását a zöldborsó (*Pisum sativum* L.) rhizoszférájának alakulására egy kedvezőtlen vízgazdálkodással rendelkező, gyengén humuszos (~1,5%) homoktalajon. A vizsgálat során talajból kitenyészthető élősejtszám (CFU) meghatározással nyomon követtük a rhizoszféra egyes kiemelt mikroba csoportjainak (aerob-, anaerob baktériumok, fonalas gombák) mennyiségi alakulását, majd tiszta tenyészeteket izoláltunk és ezeket makro- valamint mikromorfológiai jellegzetességeik feljegyzése mellett biokémiai (kataláz-, oxidáz próba, KOH-teszt) vizsgálatokkal is csoportosítottuk. A kísérlet során a talaj-mikrobióta összetétele hétről hétre változott. Az első és hetedik héten volt a legdiverzebb, ami egybe esett a növények virágzásának a kezdetével. A vizsgálat végére ez a diverzitás csökkent, amely a kifejtett növény gyökere által termelt metabolitok szelektáló hatását valószínűsíti a talajban előforduló mikroorganizmusok változatosságára.

#### Kulcsszavak

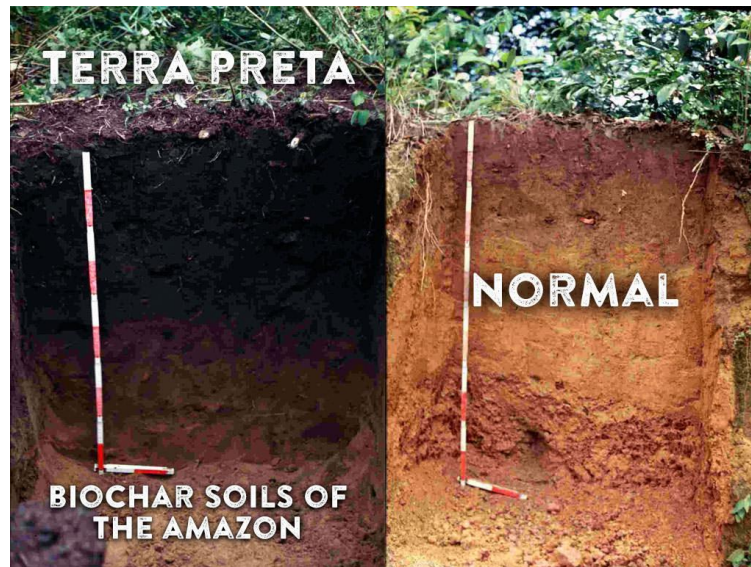
*Terra preta, bioszén, rhizoszféra, talajbiológia, ökoszisztéma*

### **1. Bevezetés, a munka célja**

A talaj alapvető közege a biológiai produkciónak, amely saját fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságain keresztül, változó mértékben felel az élelmiszer előállítás minőségi és mennyiségi követelményeiért (BIRÓ et al., 2010). Hazánkban jelenleg több mint százféle biológiai terméknövelő anyag van kereskedelmi forgalomban. Ezek felhasználásának célja a leromlott talajtermékenység, a makro- és mikroelemek felvehetőségének, valamint szerves anyagok dekompozíciós képességének a helyreállítása. Hatásosságukat veszélyezteti, hogy a klímaváltozás és az antropogén hatások következtében a talaj folyamatosan változik (pl. savanyodás, szikesedés, vegyszermaradványok és nehézfémek felhalmozódása stb.), melyek kihatnak a talaj-mikrobióta közösségeire is (KÖDÖBÖCZ et al., 2005). A felsorolt kockázatok mérséklésére világszerte folyó kutatások egyik ígéretes eszköze a bioszén. Bioszénnek nevezünk minden szerves eredetű, oxigénmentes körülmények között, magas hőmérsékleten előállított (pirolizált), amorf és grafitos szerkezetű nagy széntartalmú anyagot. A létrejött intakt szerkezetű, porózus aktívszén a talaj funkcióinak általános javítására is alkalmas lehet, ezáltal mezőgazdasági célú felhasználása - főleg degradált szerkezetű talajokon – perspektivikussá válhat. Alkalmazása összeegyeztethető továbbá különböző talajkímélő eljárásokkal és egyéb organikus művelési módokkal. Ennek eredményeként csökkenthetővé válik a konvencionális gazdálkodásban, széles körben alkalmazott, de napjainkra már számos esetben kerülendő műtrágyák és a növényvédő szerek felhasználása. Munkánk célja volt fabrikettből előállított aktívszén (bioszén) hatásának nyomon követése, egy ezzel a technológiával feljavított homoktalajon.

### **2. Irodalmi áttekintés**

A bioszén eredete az úgynevezett 'Terra Preta' talajra vezethető vissza (VERHEIJEN et al., 2009). A dél-amerikai Amazonas folyó vízgyűjtő területén élő őslakosok jöttek rá arra, hogy a trópusi klímán, az őserdőben keletkezett szerves anyag a talajba forgatva, a folyó rendszeres áradása következtében egy reduktív pirolízisen esik át. Ezáltal jön létre az amorf és grafitos szerkezetű, magas széntartalmú 'Fekete Föld' (1. ábra), amely a környező talajokhoz képest jobb szerkezettel és vízgazdálkodással, valamint fokozott mikrobiológiai aktivitással rendelkezik. Kalciumban, magnéziumban, valamint mikroelemekben egyaránt gazdag (RÉKÁSI és UZINGER, 2015).



1. ábra. Terra Preta talaj balra, műveletlen talaj jobbra (GLASER et al., 2014)

A bioszén alkalmazásának feltétele erősen függ az adott talaj tulajdonságaitól, a környezeti körülményektől, a bioszén alapanyagától, dózistól és még számos egyéb biotikus és abiotikus tényezőtől. Felülete 1 grammra vetítve akár 800-5000 mm<sup>2</sup> is lehet és a porózus, levegős szerkezete közvetve hozzájárul a rendszerint igen nagy mikrobiális aktivitáshoz (TANKA, 2016). Több kutatási eredmény is leírja a biológiai eredetű hulladékok és melléktermékek mesterséges pirolizálásával létrehozott bioszén jótékony hatását a talaj termőképességére, biológiai aktivitásának növelésére, valamint a talajból származó üvegházhatású gázok (ÜHG) megkötésére egyaránt (LEHMANN, 2007; LAIRD, 2008, SOHI et al., 2009). A talaj-mikrobiótára vonatkozó hatások összefoglalását, a megfelelő következtetések levonását ugyanakkor nehezíti a leírt kísérletek és helyszínek, valamint a vizsgálati módszerek sokszínűsége. Számos esetben a különböző eredmények ellentmondásosak, vagy hiányosak, esetleg csak egyféle tényezőt emelnek ki egy sok változót magába foglaló rendszerből (KOCIS és BIRÓ, 2015). A mikrobiális közösség mennyiségi alakulásánál nem csak a növény növekedése szempontjából kedvező mikroorganizmusok, hanem talajeredetű, az élelmiszer minőség és biztonság szempontjából fakultatív patogéneknek tekinthető kórokozók is felszaporodhatnak és a táplálékláncba kerülhetnek (BECZNER et al., 2004; PAP, 2006). Talajvédelmi szempontból az ilyen irányú kutatások igen nagy jelentőségűek, mivel a talaj mikrobiológiai közösségei kihatnak annak funkcióira és a talaj, mint ökoszisztéma szolgáltatásaira egyaránt (FEKETE et al., 2017, KOTROCZÓ et al., 2014; RIEDER et al., 2018; SZILI-KOVÁCS et al., 2011).

### 3. Vizsgált anyagok és alkalmazott módszerek

Különböző bioszén dózisokat vizsgáltunk gyengén humuszos (~1,5%), lúgos homoktalajon in vitro kísérletben a Szent István Egyetemen. A bioszenet az Ausztriai Land Management cég állította elő növényi eredetű alapanyagokból. Kilenc hetes tenyészedény kísérletben (7+2 hét palánta előcsíráztatás) a bioszén dózisokat a bemért talaj 1-; 5-; és 10 m/m%-a között határoztuk meg 4-4 párhuzamos ismételtsben. Tesztnövénynek zöldborsót (*Pisum sativum* L.) használtunk. A kísérletben 24°C-os nappali (14 óra, 27000 LUX), 18°C fokos éjszakai (10 óra) hőmérsékletre és 60%-os vízkapacitás fenntartására törekedtünk, tömeg visszamérés alapján. A vizsgálatok során a talajmintákból kitenyészthető élősejtszám [Colony Forming Unit (CFU)] meghatározással követtük nyomon a talaj egyes kiemelt mikroba csoportjainak (aerob-, anaerob baktériumok, fonalas gombák) mennyiségi alakulását, majd tiszta tenyészeteket izoláltunk és ezeket makro- valamint mikromorfológiai jellegzetességeik feljegyzése mellett biokémiai (kataláz-, oxidáz próba, KOH-teszt) vizsgálatokkal is csoportosítottuk. A kísérletben használt talaj, nitrogén, foszfor, kálium tartalom mennyiségeit az 1. táblázat tartalmazza.

**1. táblázat. A növény számára felvehető makrotápelem ellátottság**

|                                     |           |
|-------------------------------------|-----------|
| $\text{NO}_3^{-1}/\text{NO}_3^{-2}$ | 25 mg/kg  |
| $\text{NH}_4^{+}$                   | 2,5 mg/kg |
| $\text{PO}_4^{-}/\text{P}$          | 5 mg/kg   |
| $\text{K}^{-1}/\text{K}^{-2}$       | 150 mg/kg |

A fabrikettből előállított bioszén néhány tulajdonsága és elemtartalma a 2. táblázatban kerültek bemutatásra.

**2. táblázat. A kísérletben felhasznált bioszén néhány tulajdonsága és elemtartalma**

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| pH                                | 9,79  |
| Szulfát (mg/kg)                   | 445   |
| Mg (mg/kg)                        | 33,7  |
| Na (mg/kg)                        | 19,6  |
| $\text{P}_2\text{O}_5$ (mg/kg)    | 1210  |
| $\text{K}_2\text{O}$ (mg/kg)      | 10100 |
| Cu (mg/kg)                        | 1480  |
| Mn (mg/kg)                        | 10,6  |
| Zn (mg/kg)                        | 3,90  |
| Vízoldható összes sótartalom m/m% | <0,02 |

Vizsgálataink során az alábbi mintavételi eljárást követtük:

- A talajminták gyűjtésére hetente került sor, mindig azonos mélységből a növények rhizoszférájából.
- Minden párhuzamos kezelésből legalább három ismétlésben vettünk talajmintát majd azt elektromos rázatón homogenizáltuk, így kezelésként négy homogenizált mintával rendelkezünk.
- A kísérlet alatt megsérült (pl. fertőzött, elszáradt stb.) növényeket kisselektáltuk, mivel célunk az egészséges növények és környezetük paramétereinek vizsgálata volt.

#### **A vizsgálathoz használt tápközegek összetétele**

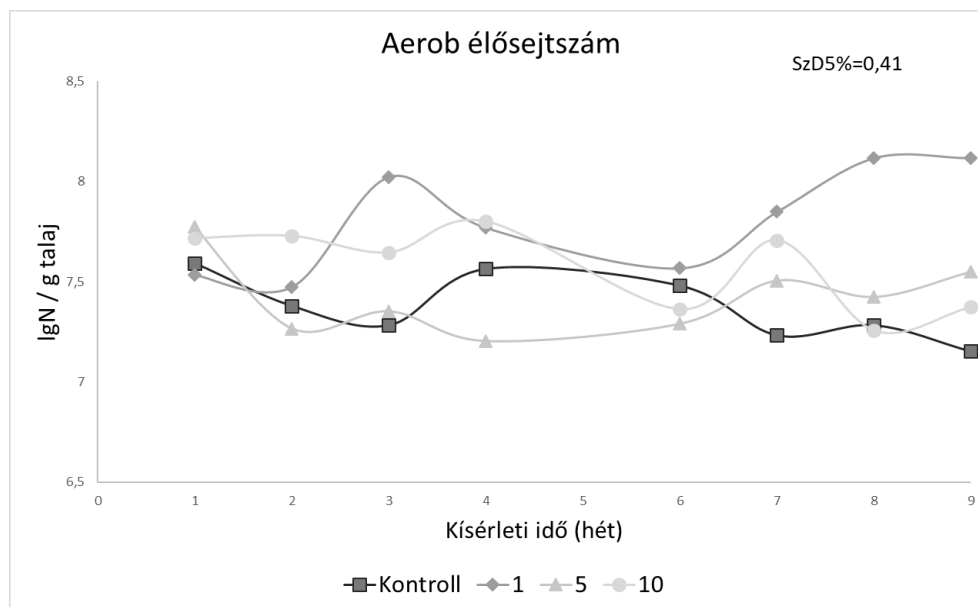
Obligát aerob, valamint fakultatív anaerob mikroorganizmusok: *Trypton-Glükóz-Élesztő* kivonat (TGE) táptalaj. Összetétele: 1,5% agar, 0,25% élesztőkivonat, 1% glükóz, 0,5% pepton.

Aerotoleráns anaerob, valamint obligát anaerob mikroorganizmusok: *Reinforced Clostridial Differential Broth* instant táptalaj. Összetétele: 1,5 % agar, RCM 3,85% broth. Az instant RCM broth összetétele: 0,05% ammónium-ferrocitrát, 0,05% cisztein, 0,5% glükóz, 0,3% nátrium-acetát, 0,5% nátrium-klorid, 0,05% nátrium-metabiszulfít, 0,1% oldható keményítő, 2,3% pepton, 0,0002% reszazurin.

Fonalas gombák: *Komlex* táptalaj. Összetétele: 1,5% agar, 1% élesztőkivonat, 4% glükóz, 1% pepton.

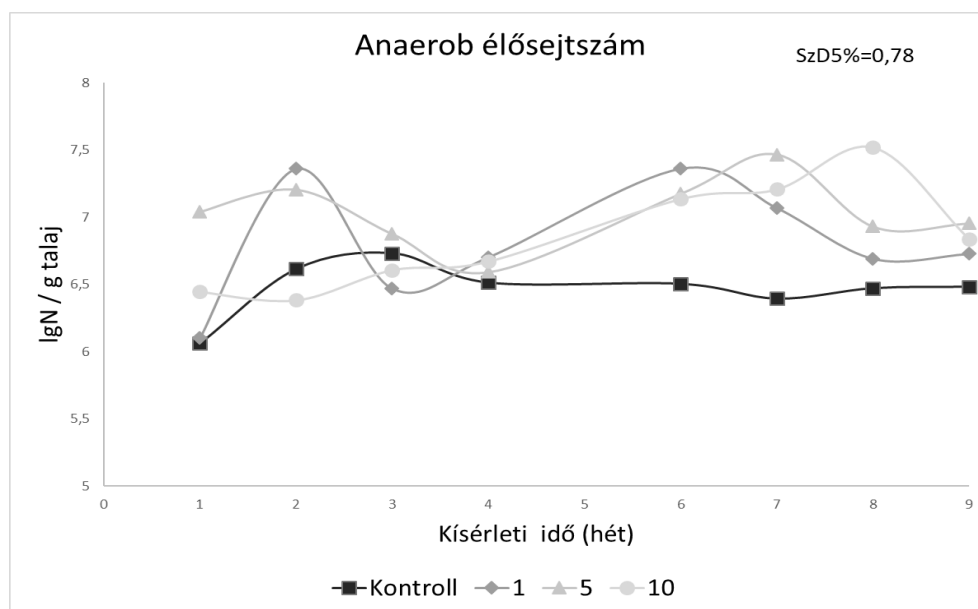
#### **4., Kísérleti eredmények és kiértékelésük**

A növekvő bioszén dózisok hatását vizsgáltuk a talaj-mikrobióta élősejtszámának időbeli alakulására, amelynek eredményei az 2-5. ábrákon láthatók.



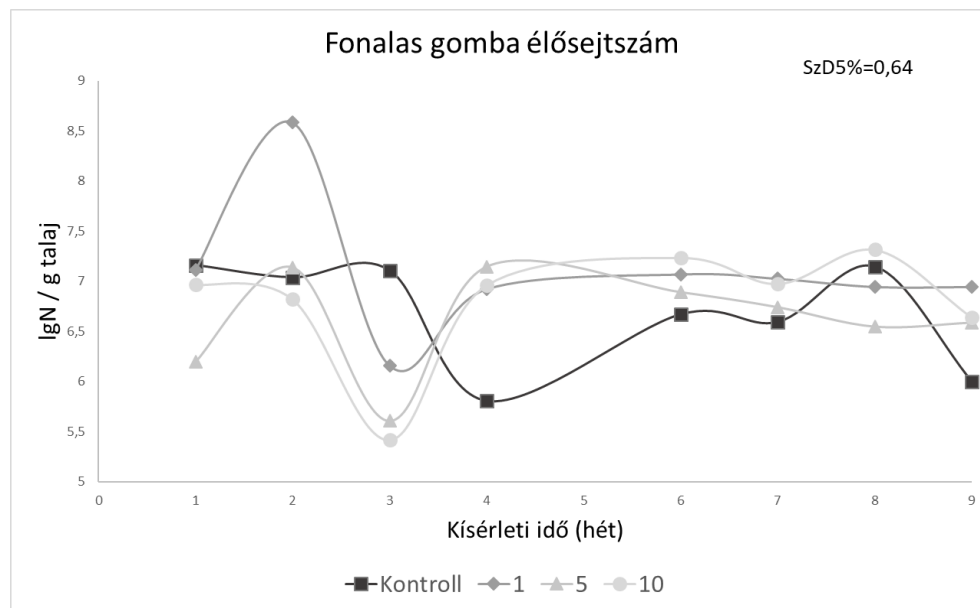
**2. ábra. Különböző bioszénnel kezelt talajok kitenyészthető aerob élősejtszáma a kilenc mintavételi időpontban (n = 4)**

A bioszén dózisfüggő hatásának vizsgálata során a rhizoszférából kitenyészthető aerob (obligát aerob, fakultatív anaerob) mikrobák mennyisége, az egyes mintavételi időpontokban mérési hibahatáron belül fluktuált (2. ábra). Kivételt ez alól a kilencedik héten vett talajminták eredményei jelentettek, ahol az 1 m/m%-os bioszén dózis élősejt száma a kontrollhoz képest szignifikánsan magasabb volt.



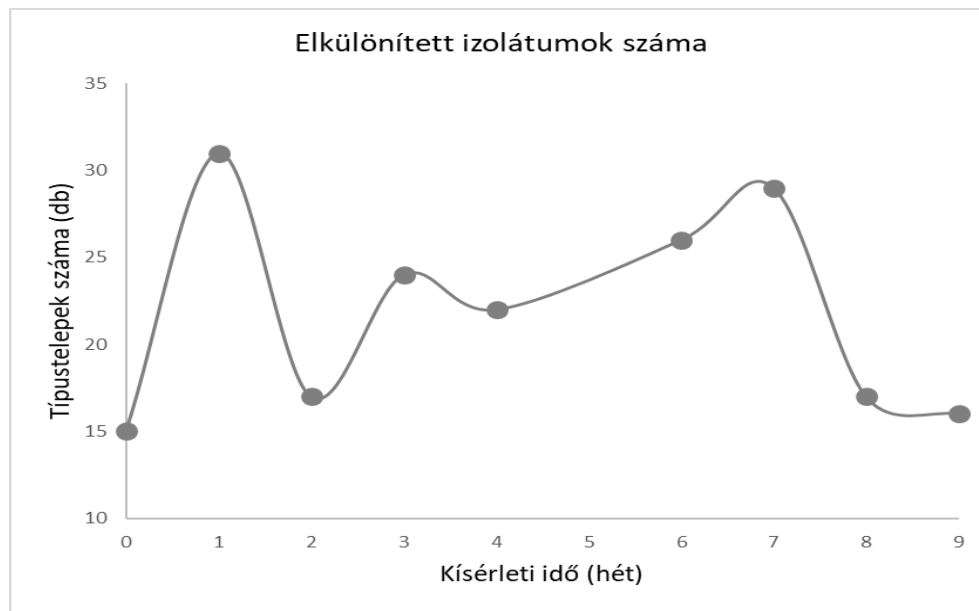
**3. ábra. Különböző bioszénnel kezelt talajok kitenyészthető anaerob élősejtszáma a kilenc mintavételi időpontban (n = 4)**

A növekvő bioszén dózisok hatása a talajból kitenyészthető anaerob (fakultatív anaerob, aerotoleráns- és obligát anaerob) mikroorganizmusok számában a negyedik és a nyolcadik hét közötti időszakban volt megfigyelhető, amely különbségek a kísérlet bontásakor vett talajmintáknál már nem jelentkeztek.



**4. ábra.** Különböző bioszénnel kezelt talajok kitenyészthető fonalas gombák élősejtszáma a kilenc mintavételi időpontban (n = 4)

A talajból kitenyészthető fonalas gombák biomasszája elsősorban a mintavételi időpontok között különbözött, mint az egyes időpontokon belüli kezeléseknél. A harmadik-negyedik hét közötti időszakban sejtszám csökkenést regisztráltunk minden bioszén kezelésnél, ami az ötödik hétre visszaállt a kiinduláskor mért állapotra. A kísérlet bontásakor, az egyes kezelések között CFU vizsgálattal nem tapasztaltunk különbséget (4. ábra). Hasonló eredményre jutottak MATSUBARA és társai (2002) akik azt vizsgálták, hogy az egyes mikroba csoportok milyen hatékonysággal tudnak bioszénhez kötődni.



**5. ábra. Biokémiai tesztekkel megkülönböztethető izolátumok számának alakulása a kilenc hét alatt**

A tenyészedény kísérlet elindítása utáni héten megugrott a bioszén kezelt talajokból elkülöníthető mikroba izolátumok száma, aminek egyik oka a bioszén által kibővített új niche lehet (SUN et al., 2016) (5. ábra). A növény gyökerének növekedésével párhuzamosan nőtt az elkülöníthető típusok száma is, ami azonban a nyolcadik hétre (az első virágok megjelenésével egy időben) lecsökkent. Ez az eredmény egybevág FÜZI és társai (2013) munkájával. Szerintük a növény-szimbionta kapcsolatok intenzitásának optima a növények virágzására tehető, majd a növény a vegetációs idő előrehaladtával azt folyamatosan leépíti. Pillangós növényeket vizsgálva arid talajon végzett méréseik alapján BIRÓ és társai (1993) arra a következtetésre jutottak, hogy ebben az időszakban a növény-*Rhizobium* kapcsolaton keresztül, a talajban szabadon megkötött nitrogén a 20-30 kg/ha mennyiséget is elérheti, amely kiteheti a növény nitrogén-szükségletének 25%-át is.



3. táblázat. Morfológiai és biokémiai tesztekkel elkülönített baktérium izolátumok a kísérlet zárásakor

| Izolátum kódja | Telep morfológia |         |         |          |          | Kataláz teszt | Oxidáz teszt | KOH teszt | Sejtmorfológia     |
|----------------|------------------|---------|---------|----------|----------|---------------|--------------|-----------|--------------------|
|                | Szín             | Felszín | Alak    | Körvonal | Magasság |               |              |           |                    |
| AE1            | Fehér            | Fényes  | Sztl.*  | Hullámos | Domború  | ++            | +            | -         | Pálca, egyesével   |
| AE2            | Sárga            | Fényes  | Kör     | Hullámos | Lapos    | +             | +            | -         | Pálca, láncban     |
| AE3            | Fehér            | Fényes  | Kör     | Ép       | Lapos    | +             | +            | +         | Kokkoid, láncban   |
| AE4            | Fehér            | Fényes  | Sztl.   | Ép       | Lapos    | ++            | +            | +         | Pálca, láncban     |
| AE5            | Fehér            | Fényes  | Kör     | Ép       | Domború  | ++            | +            | +         | Kokkoid, láncban   |
| AE6            | Fehér            | Matt    | Sztl.   | Hullámos | Lapos    | +++           | +            | -         | Kokkoid, egyesével |
| AE7            | Sárga            | Fényes  | Sztl.   | Hullámos | Domború  | ++            | +            | +         | Pálca, csomókban   |
| AE8            | Fehér            | Matt    | Fonalas | Fonalas  | Domború  | +             | +            | +         | Kokkoid, láncban   |
| AE9            | Sárga            | Fényes  | Sztl.   | Ép       | Lapos    | +             | +            | -         | Pálca, egyesével   |
| AN1            | Fehér            | Fényes  | Kör     | Ép       | Lapos    | +             | +            | +         | Kokkoid, láncban   |
| AN2            | Fehér            | Fényes  | Sztl.   | Ép       | Lapos    | ++            | +            | +         | Pálca, egyesével   |
| AN3            | Fehér            | Fényes  | Kör     | Ép       | Lapos    | -             | +            | +         | Pálca, láncban     |
| AN4            | Fehér            | Matt    | Sztl.   | Hullámos | Domború  | +++           | +            | +         | Pálca, párosával   |
| AN5            | Fehér            | Fényes  | Kör     | Ép       | Lapos    | +++           | +            | +         | Pálca, egyesével   |
| AN6            | Fehér            | Matt    | Sztl.   | Hullámos | Domború  | +++           | +            | +         | Pálca, csomókban   |
| AN7            | Fehér            | Fényes  | Kör     | Ép       | Domború  | -             | +            | +         | Kokkoid, láncban   |

\*Szabálytalan

A kísérlet alatt összesen 197 izolátumot különítettünk el, melyből 119 (60,4%) telepet aerob, 78 (39,6%) telepet pedig anaerob környezetből izoláltunk. A kísérlet során a talaj-mikrobióta összetétele hétről hétre változott. Eredményeink alapján az első és hetedik héten volt a legdiverzebb (5. ábra), ami egybe esik a növények virágzási stádiumával. Ebben az időszakban izolált mikroba tenyészetek mindegyike képes volt az oxidatív anyagcserére (6. ábra), amely igazolja a bioszén talajszerkezetre gyakorolt pozitív hatását, miszerint úgy képes növelni a talaj vízmegtartó képességét, hogy ezzel párhuzamosan nem zárja ki az oxigént a rendszerből (KOCIS et al., 2018).

## 5., Következtetések

A kedvezőtlen adottságú és degradált talajok rekultivációja kiemelt jelentőségű, mind a termékenység megőrzése ('soil food web'), mind pedig a potenciális termőképesség kihasználása szempontjából. A nemzetközi szakirodalomban változatos kép alakult ki a különböző pirolízis-termékek használhatóságáról. Kijelenthető, hogy az eddigi kutatási eredmények bizonyos pontokon ellentmondásosak a talajéletre gyakorolt hatásokat illetően. Eredményeink alapján a talaj-mikrobióta mennyiségére használt kitenyészthető élősejtszám meghatározás (CFU) kevésbé, ugyanakkor a minőségi összetétel vizsgálatára alkalmazott (morfológiai vizsgálatok és biokémiai) tesztek jól elkülönülő eredménnyel szolgáltak a bioszén kezelt talajokról. A mikrobiális biomassza mennyiségének és diverzitásának összevetésekor arra a következtetésre jutottunk, hogy kapcsolat áll fenn a rhizoszféra niche alakulása és a gazdanövény fenológiai állapota között. A rhizoszféra baktérium közössége a kísérlet utolsó heteiben homogenizálódott, vagyis változatossága csökkent. Véleményünk szerint a kifejtett növény gyökere által termelt metabolitok szelektáló tényezőként hatnak a talajban előforduló mikroorganizmusok biomassza mennyiségére. Ebből következik, hogy a talajban előforduló mikroorganizmusokra szelekciós nyomás nehezedett a növényi gyökérzet fejlődésével, amelyre a bioszén is hatással van, ezért annak felhasználása előtt növény-specifikus termesztéstechnológiai kísérletek lefolytatását javasoljuk.

## 6. Irodalomjegyzék

- Beczner J, Biró B, Korbász M, Jankó Sz (2004): A talaj mint a növényi eredetű élelmiszerek mikrobás szennyezettségének a forrása. *Konzervvútság*, 3:81-84 pp.
- Biró B, Köves-Péchy K, Szili-Kovács T, Szegi J (1993): Effect of Fertilizer on spontaneous Rhizobium infection in Hungarian soils. *Agrokémia és Talajtan*, 42:207-211 pp.
- Biró B, Szili-Kovács T, Anton A (2010): A rekultivációtól a remediációig. *Agrokémia és Talajtan*, 59:409-422 pp.
- Fekete I, Lajtha, K, Kotrocó Zs, Várbíró G, Varga Cs, Tóth JA, Demeter I, Veperdi G, Berki I (2017): Long term effects of climate change on carbon storage and tree species composition in a dry deciduous forest. *Global Change Biology* 23:3154–3168 pp.
- Füzy A, Bothe H, Molnár E, Biró B (2013): Mycorrhizal symbiosis affects on growth of chalk false-brome (*Brachypodium pinnatum*) are dependent on the environmental light regime. *Journal of Plant Physiology* 171:1-6 pp.
- Glaser B, Haumaier H, Guggenberger G, Zech W (2014): The 'Terra Preta' phenomenon: a model for sustainable agriculture in the humid tropics. *Naturwissenschaften*, 88:37-41 pp.
- Kocsis T, Biró B (2015): Bioszén hatása a talaj-növény-mikróba rendszerre: előnyök és aggályok. *Agrokémia és Talajtan*, 64:257-272 pp.

- Kocsis T, Biró B, Ulmer Á, Mónika Sz, Kotroczó Zs (2018): Time-lapse effect of ancient plant coal biochar on some soil agrochemical parameters and soil characteristics. *Environmental Science and Pollution Research*, 25:990-999 pp.
- Kotroczó Zs, Veres Zs, Biró B, Tóth J.A, Fekete I (2014): Influence of temperature and organic matter content on soil respiration in a deciduous oak forest. *Eurasian Journal of Soil Science*, 3:303-310 pp.
- Ködöböcz L, Kárpáti É, Dusha I, Biró B (2005): Asszociatív nitrogén-kötő oltóanyagtörzsek túlélőképességét befolyásoló tényezők két potenciális vivőanyagban. *Agrokémia és Talajtan*, 54:177-189 pp.
- Laird A.D (2008): The Charcoal Vision: A Win–Win–Win Scenario for Simultaneously Producing Bioenergy, Permanently Sequestering Carbon, while Improving Soil and Water Quality. *Agronomy Journal* 100:178-181 pp.
- Lehmann J (2007): A handful of Carbon. *Nature*, 447:143-144 pp
- Matsubara Y.I. Hasegawa N. Fukui H. (2002): Incidence of Fusarium root rot in asparagus seedlings infected with arbuscular mycorrhizal fungus as affected by several soil amendments. *J Jpn Soc Hortic Sci.* 71: p 370–374.
- Pap K, Szilli M, Kiskó G (2006): Testing antimicrobial efficiency of seven disinfectants against bacteria and fungi with surface test. *Acta Alimentaria*, 35:163-170 pp.
- Rékási M, Uzinger N (2015): A bioszén felhasználásának lehetőségei a talaj tápanyag-utánpótlásában. *Agrokémia és Talajtan*, 64:239-256 pp.
- Rieder Á, Madarász B, Szabó J.A, Zacháry D, Vancsik A, Ringer M, Szalai Z, Jakab G (2018): Soil organic matter alteration velocity due to land-use change: a case study under conservation agriculture. *Sustainability*, 10 (4): 1-11 pp.
- Sohi S, Lopez-Capel E, Krull E, and Bol R (2009): Biochar, climate change and soil: a review to guide future research. *CSIRO Land and Water Science Report*. 64 p.
- Sun D, Lan Y, Xu E.G, Meng J, Chen W (2016): Biochar as a novel niche for culturing microbial communities in composting. *Waste Management*, 54: 93-100 pp.
- Szili-Kovács T, Kátai J, Takács T (2011): Mikrobiológiai indikátorok alkalmazása a talajminőség értékelésében. 1. Módszerek. *Agrokémia és Talajtan*, 60:273-286 pp.
- Thalmann A (1968): Zur Methodik der Bestimmung der Dehydrogenaseaktivität im Boden mittels Triphenyltetrazoliumchlorid. *Landwirtschaft. Forsch*, 21:249–258 pp.
- Veres Zs, Kotroczó Zs, Fekete I, Tóth J.A, Lajtha K, Townsend K, Tóthmérész B (2015): Soil extracellular enzyme activities are sensitive indicators of detrital inputs and carbon availability. *Applied Soil Ecology*, 92:18-23 pp.
- Verheijen F.G.A, Jones R.J.A, Rickson R.J, Smith C.J (2009): Tolerable versus actual soil erosion rates in Europe. *Earth-Science Reviews*, 94: 23-38 pp.

**A balti szegfű *Dianthus arenarius* és a kései szegfű *Dianthus serotinus* chorológiai jellemzői, morfológiai és diverzitásvizsgálata a Pannonicum területén**

**The *Dianthus arenarius* and the *Dianthus serotinus* chorological characteristics, morphological and diversity examination in the Pannonicum region**

**Kovács Zsófia, Höhn Mária**

zsofia.kovacs42@gmail.com, Hohn.Maria@kertk.szie.hu

Növényteni Tanszék és Soroksári Botanikus Kert

**Összefoglalás**

A *Dianthus* nemzetség *Plumaria* (Opiz) Asch. et Graebn. szekciójába tartozó fehér tollas szegfűvek egyik fontos diverzifikációs központja a Pannonicum területe. A kutatás fő célja a balti szegfű (*Dianthus arenarius* L.) és a kései szegfű (*Dianthus serotinus* W. et K.) populációinak morfometriai vizsgálata és bélyeg alapú taxonazonosítása. Hat természetes populációt kijelölve vizsgáltuk azokat az irodalomban szereplő makro- és mikromorfológiai bélyegeket, amelyek alkalmasak lehetnek a két taxon populációinak elkülönítésére. Metrikus skálán mérhető makro- és mikromorfológiai bélyegeket választottunk ki, emellett bináris adatokat szolgáltató jellemzőket is figyelembe vettünk. Eredményeink alapján a határozókulcsokban szereplő bélyegek közül kijelöltük azokat, amelyek támogathatják a feltételezett két taxonba sorolt populációk azonosíthatóságát. Megállapítottuk, hogy a vizsgált bélyegek közül több irodalomban is szereplő, nem alkalmas a populációk illetve a taxonok szétválasztására.

**Kulcsszavak**

*Dianthus*, morfometria, taxonómia / *Dianthus*, morphometry, taxonomy

**1. Bevezetés, a munka célja**

A *Dianthus serotinus* és *Dianthus arenarius* fajok a hazai flóra védett, homokpuszta gyepeink élő növényei. A homokpuszták a sztyeppflóra értékes fajainak megőrzői, a vizsgált fajok a posztglaciális időszak eseményeit magyarázó Ösmátra elmélet fontos példafajai (Borhidi 1997). A *Dianthus serotinus*

Waldstein és Kitaibel által leírt taxon, típuspéldányait az MTM Kitaibel-herbáriumában őrzik, és endemikus fajként tartják számon. A hazai szakirodalom a *D. arenarius* esetében a *borussicus* alfaj előfordulását valószínűsíti (Simon 2000). A nemzetségbe tartozó fajokkal kapcsolatban Somogyi valamint Valente és mtsai végeztek molekuláris vizsgálatokat, eredményeik alapján a nemzetség recens diverzifikációját feltételezték (Somogyi 2009; Somogyi 2013; Valente et al 2010). Somogyi (2013) molekuláris vizsgálataiban elkülönültek a hazai taxonok, így a *Dianthus arenarius* jelenlétét a fenyőfői erdefenyvesben megerősítette. A kromoszóma vizsgálatok szerint, populáción belül is eltérő kromoszómaszám fordulhat elő (Weiss et al. 2002). A ploidiaszintbeli bizonytalanságok azonban a törzsfákat nehezen értelmezhetővé tették. A kutatás célja a hazai homokon előforduló szegfű populációk morfológiai összehasonlító vizsgálata, és ex situ konzervációba felhasznált forráspopulációk jellemzése, taxonazonosítása.

## 2. Vizsgált anyagok és alkalmazott módszerek

A morfológiai méréseket a két vizsgált taxon areáján, 6 korábban már feltérképezett hazai állományában végeztem el 2018-ban. A *Dianthus serotinus* esetében Tatárszentgyörgy, Szigetmonostor és Farnos területén lévő populációkat, a *Dianthus arenarius* faj esetében a Fenyőfői Ósfenyves területén lévő három populációt vizsgáltam. Az állományok méretétől függően 9-20 egyedet jelöltem ki. A mért paraméterek: párna átmérő, levélhossz és szélesség (utolsó elágazástól számított 3. levél), egyedmagasság, párnalevél hosszúsága, szélessége, tölevélrózsa átmérője, szírom hosszúság és szélesség, csészelevél hosszúsága és szélessége, virágok száma/szár, csészepikkely hossza, tok hosszúság és szélesség, tokonkénti magszám. A magmorfológiai méréseket (maghosszúság) Olympus szh 10-es típusú sztereomikroszkóp segítségével végeztem el, állományonként 15 db magon. A magvak hosszúságának mérésénél a hasi oldal közepén mérhető, többé-kevésbé legnagyobb távolságot mértem, beleértve a gyököcske csúcsát is. A statisztikai értékelést IBM SPSS 25 szoftvercsomag segítségével végeztem, többváltozós variancia analízist (MANOVA) alkalmaztam.

## 3. Kísérleti eredmények és kiértékelésük

A makro- és mikromorfológiai bélyegek kiértékelése során azt az eredményt kaptuk, hogy a mért paramétereket sokkal inkább a környezeti feltételek befolyásolják (biotikus és abiotikus tényezők), így azok csak állományonként mutattak szignifikáns eltéréseket ( $p < 0,05$ ). A vegetatív paraméterek esetén Fenyőfő (Kurucerdő) és Tatárszentgyörgy állományok a 3. levél és a párnalevél hosszúságában tértek el

szignifikánsan egymástól. Szignifikáns eltérés nem volt tapasztalható a 3. levél szélességében, és a tölevélrózsa átmérőjében. A generatív paraméterek esetén a szírom szélesség, csészelevél hosszúság és a csészepikkely hossza konzervatív bélyegnek tekinthetők, az állományok között nem volt szignifikáns különbség. A szírom hosszúságnál Farnos, Fenyőfő (Kurucerdőtől), csészelevél szélesség szerint Farnos és Tatárszentgyörgy Fenyőfőtől (Anyafás újulat), a virágok számában Farnos Fenyőfőtől (Hangosrét) különült el szignifikánsan. A tokonkénti magszámában és a tokok szélességében nem volt szignifikáns különbség. A tokok hosszúsága esetén Farnos Fenyőfőtől (Anyafás újulat) különült el szignifikánsan. A maghosszúság tekintetében Kurucerdő és az Anyafás újulat különült el a többi állománytól szignifikánsan nagyobb magméretekkel (2,35 és 2,31 mm). Különbségeket találtunk több nem számszerűsíthető paraméterben is, mint a levélszél fogazottsága, a levél színe, és a levélsúcsa, a náduszok duzzadtsága.

#### **4., Következtetések**

A két fajon végzett terepi mérések eredményei és a statisztikai értékelés egyértelműen nem választották el a feltételezett taxonokhoz sorolt egyedeket. A magméret szerint a két faj elkülönült, de ezt a különbséget Somogyi (2013) is kimutatta több rokon faj esetében. Az irodalmi adatokban közölt határozói bélyegekből (Simon 2000, Király 2009, Soó 1970) eredményeim alapján a következő bélyegeket tartom az egyes taxonokra jellemzőknek: a levelek színe, a levélszél fogazottsága, a levélsúcs kihegyezettsége, a nádusz duzzadtsága, a szár habitusa, valamint a meddő hajtások jelenléte/hiánya, melyek alapján nagyobb biztonsággal elkülöníthetők voltak az állományok. Ezek a bélyegek azonban élőhelyi adottságoktól és évszaktól függően változhatnak, így további kutatások szükségesek a taxonómiai bizonytalanságok tisztázásához.

#### **Irodalomjegyzék**

- Borhidi A. (1997): Gondolatok és kételyek: Az Ősmátra-elmélet. *Studia Phytologica Jubilaria*, Pécs, pp. 161-188.
- Király, G. (szerk.) (2009): Új Magyar fűvészkönyv. Magyarország hajtásos növényei. Határozókulcsok. – Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság. Jósvalő, pp. 146–149.
- Simon, T. (2000): A magyarországi edényes flóra határozója. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 4. átdolgozott kiadás, 976 pp.

- Somogyi, G., Höhn, M., Kadereit, J. W. (2009): Morphological and molecular diversity of the protected species of *Dianthus* sect. *Plumaria* from Central Europe. 2nd European Congress for Conservation Biology. 2009. szeptember 15., Prága. Konferencia kötet, p. 143.
- Somogyi G. (2013): A *Dianthus* sect. *Plumaria* (OPIZ) ASCH. et GRAEBN. közép-európai fajainak komplex molekuláris taxonómiai értékelése. Doktori (PhD) értekezés. Budapesti Corvinus Egyetem, Növénytani Tanszék és Soroksári Botanikus Kert.
- Soó, R. (1970): *Dianthus*. In: A magyar flóra és vegetáció rendszertani növényföldrajzi kézikönyve. IV. 324-327; 598-601. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Valente, L. M., Savolainen, V., Vargas, P. (2010): Unparalleled rates of species diversification in Europe. *Proceedings of the Royal Society, Biol.Sciences* 277(1687): DOI DOI: 10.1098/rspb.2009.2163
- Weiss, H., Dobes, C., Schneeweiss G. M., Greimler, J. (2002): Occurrence of tetraploid and hexaploid cytotypes between and within populations in *Dianthus* sect. *Plumaria* (Caryophyllaceae). *New Phytologist*. 156: 85–94

**Növényvédő szer transzformációs termékek  
metabolomikai vizsgálata növényi mátrixokban HPLC-MS  
kapcsolt rendszerekkel**

**Metabolomical profiling of pesticide transformation products in plant matrices with  
HPLC-MS coupled systems**

***Lámfalusy Tamás; Marczika Andrásné dr. Sörös Csilla***

lamfalusy.mail@gmail.com

Alkalmazott Kémia Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43

**Összefoglalás**

Jelen cikkben boszkalid és piraklostrobin gombaölő hatóanyagok transzformációs termékek (angolul: transformation product - TP) vizsgálatát tűztük ki célul alma mintákban. Ehhez a vegyületek fizikokémiai paramétereit figyelembe véve módosítottuk a hatásági gyakorlatban is használt QuEChERS mintaelőkészítést, hogy az anyavegyületeken kívül a belőlük képződő termékeket is kinyerhessük. A vegyületek fragmentációs viselkedését nagyfelbontású-tömegspektrométerrel térképeztük fel. A karakterisztikus fragmensek függvényében a szakirodalomból összegyűjtött TP-k feltételezett fragmenseit írtuk fel. Ezek után célkomponens analitikai-módszerekkel hármaskvadrupól rendszerű tömegspektrométerrel vizsgáltuk meg az extraktumokat. A megtalált TP-ket nagyfelbontású tömegspektrométerrel erősítettük meg szakirodalomból vett azonosítási kritériumoknak való megfelelőségük alapján. A bomlástermékek időbeni koncentráció-változását belső sztenderdhez történő terület-normalizációs módszerrel valósítottuk meg. A kutatás eredményeként három piraklostrobin és egy boszkalid metabolitot sikerült azonosítanunk, valamint bizonyosságot nyert a kidolgozott extrakciós módszer hatékonysága. A belső sztenderdhez történő normalizáció alapján megállapítottuk, hogy a képződő termékek koncentrációja nem csökken, hanem egy csúcskoncentrációval jellemezhető a hatvanadik nap környékén. A kutatás folytatásaként jelenleg a fluopiramot és bomlástermékeit vizsgáljuk meggy mátrixban. Elmondható, hogy az azonosított vegyületek jelenléte almában élelmiszerbiztonsági kérdéseket vethet fel, mivel nem áll rendelkezésünkre vizsgálati adat a képződő bomlástermékek toxicitásáról, élettani hatásáról.

***Kulcsszavak***

*HPLC-MS ; pesticide ; metabolomics ; HRMS ; Transformation products*



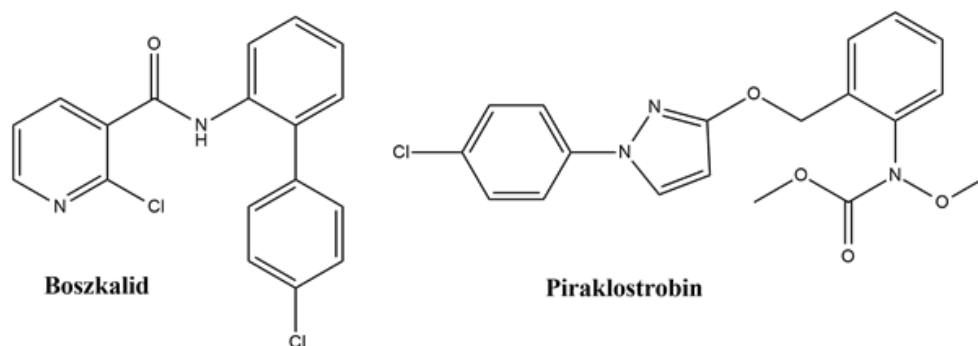
## 1. Bevezetés, a munka célja

A peszticidek alkalmazása a modern növénytermesztésben egyre nagyobb teret nyer a növényeket támadó károsítók (gombák, rovarok stb.) elleni védekezés valamint a hozam maximalizálása érdekében. Amennyiben a gyümölcsök hosszabb eltarthatósága a cél, zárókezelést érdemes alkalmazni a tárolás során fellépő betegségek megelőzésére. A peszticidek kijuttatását követően az élelmezés-egészségügyi várakozási idő (É.V.I.) leteltével van lehetőség a termés betakarítására, értékesítésére. Az almaformák (*Maloideae* alcsalád) esetén különösen fontos a megfelelő zárókezelés megválasztása, hiszen sok esetben a szüretet több hónapos hűtőházi betárolás követi, mely a különböző gombaféléknek élettereként szolgálhat. A kijuttatott hatóanyagok szabályozására kiterjedt jogszabályrendszer vonatkozik mind Európai Unió, mind állami szinteken. Azonban ez a széleskörű ellenőrzési hálózat legtöbbször csupán a kijuttatott hatóanyagokkal foglalkozik, a belőle képződő bomlástermékekre általában nincsenek jogszabályban meghatározott határértékek, csak azután hogy a TP toxicitását klinikai vizsgálatokkal alátámasztották. Pozitív példaként lehet említenünk a dimetoát hatóanyagmaradéokra előírt határértéket. A dimetoát egy rovarölő szer, melynek az oxidációs terméke és egyben aktív metabolitja az ometoát. Mivel a szer toxicitásáért is a képződő bomlástermék tehető felelőssé így annak szermaradék-monitorozása elengedhetetlen élelmiszerbiztonsági szempontból. A Bizottság 149/2008/EK rendelete is így fogalmaz: "Dimetoát (a dimetoát és az ometoát összesen, dimetoátban kifejezve)" (Internet 1) A kijuttatott hatóanyagok szermaradék-analíziséről és a mérési módszerek validálásáról a SANTE/11813/2017 előirat rendelkezik. (Internet 2) Kutatásaink során olyan peszticid metabolitokat kívánunk megvizsgálni melyekről nem állnak rendelkezésre széleskörű toxicitási adatok ugyanakkor toxikológiai relevanciájuk nem zárható ki. Fontosnak tartjuk kiemelni, hogy ezek a kutatások bizonyos szinten túlmutatnak a gyártók által szimulált modellkísérleteken, mivel valós növényi mátrixokban valós tárolási körülmények között történik meg az anyavegyületek (esetleges) bomlása, ezzel realisabb képet adva a hatóanyagok sorsáról. Kutatásunk tárgyát az alma zárókezelésére alkalmazott Bellis gombaölő szer képezte, mely két hatóanyagának bomlástermékeit kerestük a betárolt gyümölcs mintákban. A keresés célkomponens-analitikai módszerrel történt, a bomlástermékek előzetes irodalmi feltérképezése alapján. Elmondható, hogy a méréseink során az anyavegyületek és a belőlük képződő transzformációs termékek analóg fragmentációs viselkedése alapján volt lehetőségünk vizsgálni ezeket a vegyületeket, viszont analitikai-sztenderd hiányában valós kvantitatív kísérlet nem kivitelezhető, továbbá szakirodalomból vett megerősítési pontokra volt szükség a vegyületek kvalifikáláshoz. Az időbeni koncentrációváltozás belső sztenderdhez történő normalizációval megvalósítható volt, figyelembe véve,

hogy azonos extrakcióval, azonos mátrixokban, feltételezhetően azonos ionizációs fokkal voltak jelen a vegyületek. A nemzetközi irodalomban a bomlástermék (TP) és a metabolit sok esetben egymás szinonimájaként vannak használatban. Metabolitnak nevezzük az élő szervezetek anyagcseréje által képződött termékeket, míg a bomlástermék jóval tágabb fogalom: nem kizárólag az élő szervezet által létrejött vegyületek tartoznak bele, hanem egyéb fizikai (pl. UV-sugárzás) vagy kémiai (pl. savas eső) behatás által létrejövő termékek is (Internet 3). Cikkünkben a szakirodalommal összhangban a két fogalmat szinonimaként kívánjuk használni.

## 2. Irodalmi áttekintés

A boszkalid (1. Ábra balra) egy karbonsav-amid típusú fungicid (gombaölő szer), kémiai csoportba sorolása a toxicitásért felelős rész, a toxofór alapján történik. (Internet 4.; Sörös Cs. 2018) Hatásmódját tekintve a gomba sejtlégzésének inhibítora, a II. típusú légzési komplex enzim (szukcinát-dehidrogenáz) gátlásán keresztül fejti ki a hatását. A piraklostrobin (1. Ábra jobbra) a metoxi-karbamátok közé sorolható a toxofór csoportja alapján. Hatását a gomba III. légzési komplex „Quinone-outside” régiójához kötődve fejti ki, ezáltal szintén sejtlégzés gátló. (Internet 5.)



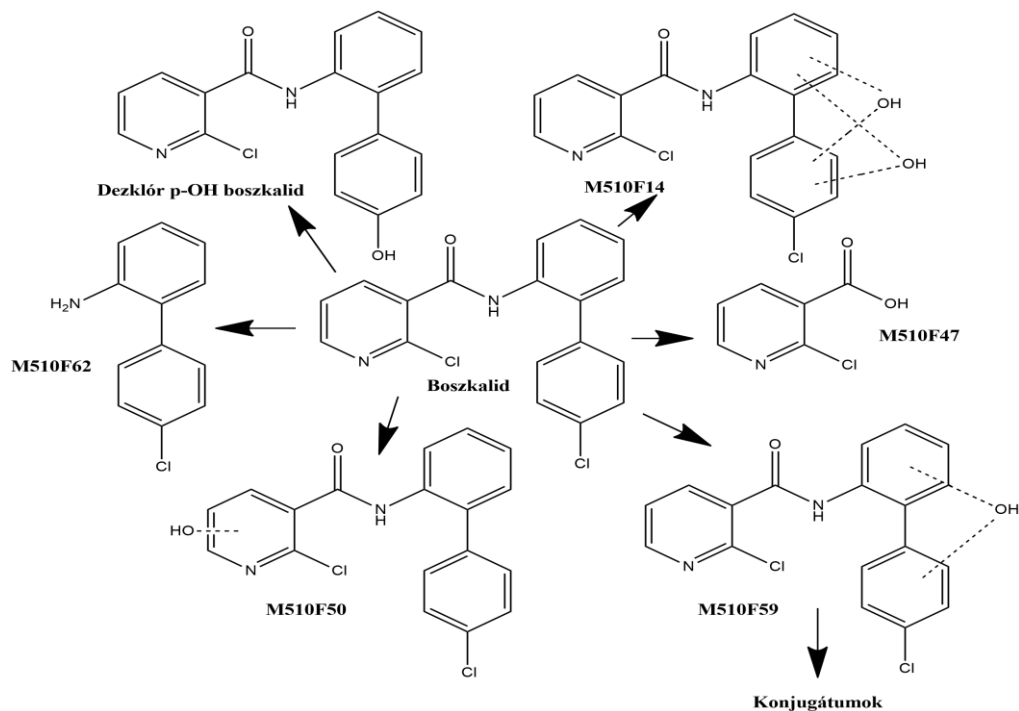
**1. Ábra:** Boszkalid és piraklostrobin szerkezeti képlete

A korábban említett különböző akár környezeti akár endogén hatások következményeként létrejöhetnek bomlástermékek a kijuttatott hatóanyagokból. A boszkalid és piraklostrobin biotranszformációját különféle növényi mátrixokban vizsgálták. (Internet 4; Internet 5) Figyelembe véve, hogy a tárolás során az alma felületén mikroorganizmusok élnek, így a munkánkhoz kapcsolódó irodalmi feldolgozás során nem kizárólag a növényi lebontó utakat vettük számtásba.

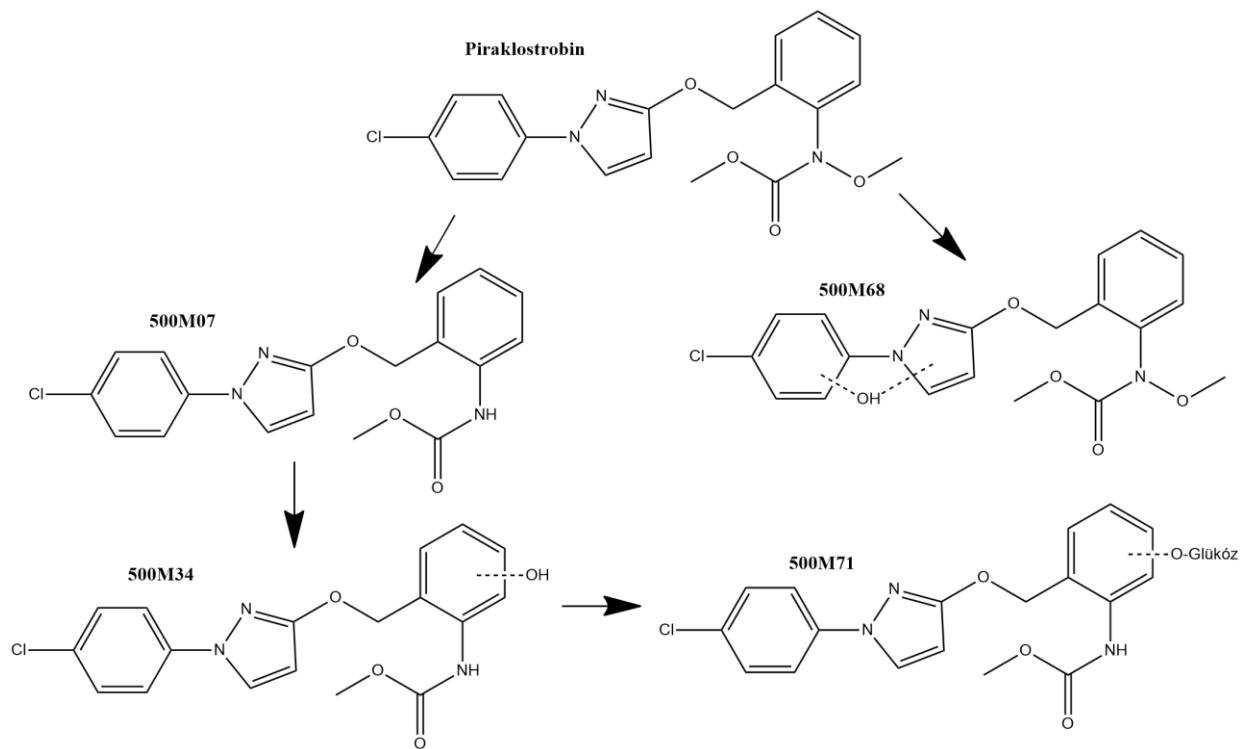
Jabot és társai nyomán a méhekben történő metabolizációs utakat is megvizsgáltuk (Jabot et al., 2016). Az irodalmi adatok alapján feltérképezett transzformációs termékek adatait az 1. táblázat tartalmazza. A kémiai névben kérdőjel (?) jelöli ha több különböző izomer is elképzelhető az adott vegyületből azonban az általunk talált források egyike sem nevezte meg egyenként ezeket az izomereket. A transzformációs utakat a 2. és 3. ábra tartalmazza.

1. Táblázat: Boszkalid és piraklostrobin néhány bomlástermékének összegképlete és moláris tömege (Internet 4; Internet 5; Jabot et al., 2016)

| Név   | Kémiai név   | Összegképlet              | Moláris tömeg [g/mol] | Forrás             |
|---|--|---------------------------|-----------------------|--------------------|
| <b>Boszkalid</b>                              | 2-klór-N-(4'-klór-bifenil-2-il)nikotinamid   | $C_{18}H_{12}Cl_2N_2O$    | 343,2                 | Internet 4         |
| <b>M510F14</b>                                | 2-klór-N-(4'-klór-?-dihidroxi-bifenil-2-il)nikotinamid   | $C_{18}H_{12}Cl_2N_2O_3$  | 375,2                 | Internet 4         |
| <b>M510F50</b>                                | 2-klór-N-(4'-klórbifenil-2-il)-?-hidroxi-nikotinamid   | $C_{18}H_{12}Cl_2N_2O_2$  | 359,2                 | Internet 4         |
| <b>M510F59</b>                                | 2-klór-N-(4'-klór-?-hidroxi-bifenil-2-il)nikotinamid   | $C_{18}H_{12}Cl_2N_2O_2$  | 359,2                 | Internet 4         |
| <b>Dezklór para-hidroxi boszkalid (DpOHB)</b> | 2-klór-N-(4'-hidroxi-bifenil-2-il)nikotinamid  | $C_{18}H_{13}ClN_2O_2$    | 324,8                 | Jabot et al., 2016 |
| <b>Piraklostrobin</b>                         | Metil N-{2-[1-(4-klórifenil)-1H-pirazol-3-il]oximetil}fenil}(N-metoxi)karbamát                           | $C_{19}H_{18}N_3O_4Cl$    | 387,8                 | Internet 5         |
| <b>500M07</b>                                 | Metil N-(2{[1-(4-klórifenil) -1H-pirazol-3-il] oximetil} fenil) karbamát                                 | $C_{18}H_{16}N_3O_3Cl$    | 357,8                 | Internet 5         |
| <b>500M34</b>                                 | Methyl N-( 2{[1-(4-klórifenil) -1H-pirazol-3-il] oxi}metil} ? -hidroxifenil) karbamát                    | $C_{18}H_{26}N_3O_4Cl$    | 383,9                 | Internet 5         |
| <b>500M68</b>                                 | Glükporianozil-oxilált metil N-(2{[1-(4-klórifenil) -1H-pirazol-3-il] oximetil} fenil) N-metoxi karbamát | $C_{25}H_{28}N_3O_{10}Cl$ | 566,0                 | Internet 5         |
| <b>500M71</b>                                 | Metil 2{[1-(4-klórifenil) -1H-pirazol-3-il] oxi}metil} ? – glükopiranozil-oxil fenilkarbamát             | $C_{24}H_{26}N_3O_9Cl$    | 535,9                 | Internet 5         |



**2. ábra:** A boszkalid néhány lehetséges transzformációs útja (Internet 4.; Jabot et al., 2016)



**3. ábra:** A piraklostrobin transzformációs termékei irodalmi adatok alapján (Internet 5.)

***Méréstechnikai módszerek a peszticidek bomlástermékének feltérképezésében***

A HPLC-hez kapcsolt tömegspektrométer típusát az alkalmazás célja szerint szükséges megválasztani. Ha ismert a mérendő vegyület kémiai szerkezete valamint analitikai sztenderd is rendelkezésre áll, a hármaskvadrupól-tömegspektrométer (LC-QqQ-MS) kapcsolást érdemes választani mivel az SRM módban kiemelkedően nagy érzékenységgel jellemezhető, összehasonlítva más felépítésű készülékekkel (mint pl. LC-QTOF-MS) (Krauss et al., 2010). A QTOF-MS a nagy felbontású (HRMS) készülékek közé sorolható, első analizátora kvadrapólus, mely kiválasztott peszticid vegyület szűrésére állítható, majd a második analizátorral a molekulaionok vagy töredékionok pontos tömege mérhető. Mint azt a neve is mutatja sokkal nagyobb felbontás - akár 40000-es felbontóképesség (FWHM) valamint 1ppm-es tömegpontosság - érhető el, mint egy QqQ-MS készülék használatával. Ebből adódóan ezeket a típusú detektorokat elsősorban kémiai szerkezet kutatására, valamint más készülékkel végzett kvalitatív vizsgálatok megerősítésére alkalmazzák a nagyműszeres analitikában. Mivel a tandem rendszer (QTOF) itt is jellemző, elvileg mennyiségi analízis is elvégezhető a műszerekkel, azonban az alacsonyabb érzékenységek miatt ez az alkalmazási terület még kevésbé elterjedt. Jól megfigyelhető a műszerfejlesztések ez irányba mutató törekvése manapság.

Az általunk alkalmazott kapcsolt rendszerek mindegyikében fordított fázisú nagyhatékonyságú folyadékkromatográfiát (RP-HPLC) használtunk vizsgált vegyületeink és a mátrix elválasztására. A vizsgálandó minta alkotói a két fázis felé mutatkozó eltérő affinitásuk miatt – polaritásuknak megfelelően – elválnak, eltérő időben hagyják el az álló fázist és jutnak a detektorba. RP-HPLC esetén az állófázis apolárisabb, mint a mozgófázis, ezért kis molekulatömegű gyengén poláris vegyületek vizsgálata is lehetővé vált, melyek a korábbi normál fázissal nem voltak vizsgálhatók (Internet 6).

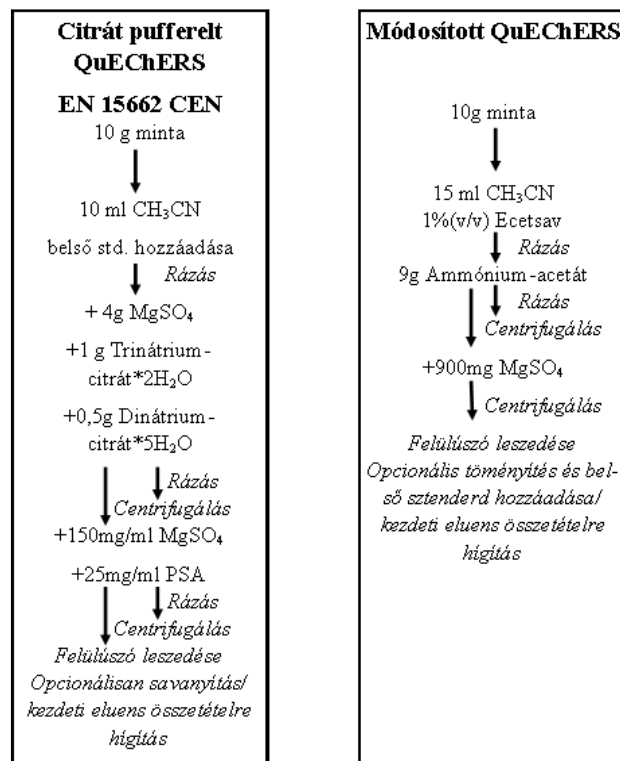
**3. Vizsgált anyagok és alkalmazott módszerek*****Módosított extrakció***

Munkánk során boszkalid és piraklostrobin gombaölőszer-kombinációval (Bellis) zárókezelt hűtőházi tárolási kísérlet céljából gyűjtött almákat mintáztunk meg havi rendszerességgel. (Internet 7.) Előzetes méréseink szerint a vegyületek az alma héjában találhatóak meg leginkább. Ennek ismeretében az almák héjából készítettünk csak extraktumokat, ezzel is csökkentve a mátrixhatást. Az alkalmazott extrakciós módszereket ebben a részben kívánjuk tárgyalni ugyanakkor a kidolgozott módszert saját eredményünknek tekintjük. (4. Ábra)

A citrát pufferelt QuEChERS mintaelőkészítéshez képest az alábbi változtatásokat eszközöltük:

1. pH csökkentése ammónium-acetát: ecetsav puffer segítségével (pH 4-5) (González-Curbelo és társai, 2014)
2. nem illékony sók mellőzése,
3. tisztító lépések kihagyása (pl. PSA),
4. bepárlás.

A pH csökkentésére azért volt szükség, hogy az extrakció során a vegyületek az átrázás során ionizálatlan állapotban legyenek jelen az oldatban, ezáltal az acetonitriles fázisba átrázhatóak legyenek. Ez a bomlástermékek esetén alacsonyabb pH-t igényel legtöbb esetben figyelembe véve a nagyobb polározottságot és az esetlegesen kialakuló gyenge savi karaktert.



**4. ábra:** A rutinanalitikában alkalmazott citrát pufferelt QuEChERS, valamint az általam fejlesztett és metabolomikai célra módosított QuEChERS munkamenete (MSZ EN 15662:2018)

A metabolimikai vizsgálatokban gyakori a tisztító lépések kihagyása. Ez magában foglalja a szilárd fázisú extrakciót (SPE) beleértve a primer-szekunder amin (PSA), grafitizált feketeszén (GCB), C18 szilika (C18) vagy egyéb szilárd fázisok opcionális elhagyását. A fentebb említett primer-szekunder amin kémiai szerkezetét tekintve gyenge bázisnak tekinthető, ezáltal szerves savak, enyhén poláris (pl. hidroxilezett) termékek valamint cukrok mintából történő eltávolítására alkalmas. Az peszticid analitikai előkészítéseink során a cél a mátrix komponenseinek eltávolításával a meghatározási határ minél alacsonyabb szintre vitele. Amennyiben ez nem hoz kielégítő eredményt, bepárlást célszerű végrehajtani a mintával. Logikus tény, hogy a transzformációs termékek a peszticideknél nagyságrendekkel alacsonyabb koncentrációban várhatók a mintákban, ezért szükség lehet esetleges töményítésre feltéve, hogy az analit megfelelő stabilitással rendelkezik. Ilyenkor az első extraktumot a kívánalmaknak megfelelően kíméletes körülmények között (alacsony hőmérséklet) bepároljuk, majd kisebb térfogatra visszaoldjuk.

### ***A belső sztenderd megválasztása és alkalmazása***

Ahhoz hogy a terület-normalizációhoz, ezáltal egy félkvantitatív méréshez egy belső sztenderdet megfelelőnek ítéljünk meg, különböző kritériumoknak kell megfelelnie. A legelső kritérium, hogy ne legyen megtalálható a vizsgálni kívánt mintában. A második felállított kritérium az azonos ionizációs módban mérhetőség. Például ha fluoreszcens detektálást választunk, akkor a belső sztenderdnek is fluoreszcensnek kell lennie. A harmadik kritérium, hogy elérhető legyen analitikai tisztaságban. Továbbá nagyon fontos a vegyület stabilitása, mivel amennyiben az oldattárolás során degradálódik, nem használható ilyen célokra (Internet 8.). Jelen kutatásban metomilt választottunk belső sztenderdként mely egy rovarölő peszticid, amely nincs engedélyezve alma kultúrában. A minták GAP (Jó Mezőgazdasági Gyakorlat) szerint, értékesítési célra készültek, ezért kizárólag engedélyezett hatóanyagokkal kezelték őket a növényvédelmi szabályok betartása mellett. Előzetes méréseink szerint a minták valóban nem tartalmaztak metomilt, ezért alkalmasnak találtuk a hatóanyagot belső sztenderd gyanánt. Az extrakciós mintaoldatokhoz bepárlást majd visszaoldást követően 6,7ng/ml-es koncentrációban adagoltuk a sztenderdet.

### ***Mérési paraméterek***

A metabolitok keresését és a degradáció nyomon követését egy Applied Biosystems 3200 QqQ-MS készüléken hajtottuk végre ami Turbo V<sup>TM</sup> ionforrással volt felszerelve és Agilent 1100 típusú HPLC készülékkel kapcsolva. Pozitív ion módban végeztük a méréseket figyelembe véve a feltételezett vegyületek kémiai tulajdonságait. Tandem MS ionforrástól függő paraméterei: Függöny gáz nyomás: 10psi; Ütközési gáz nyomás: 5psi; Ionforrás feszültség: 5500V; Hőmérséklet: 450°C; Ionforrás porlasztó nyomása: 50psi.

A fragmentációs és a kvalitatív megerősítő méréseket Agilent 6550 iFunnel Q-TOF LC/MS készüléken végeztük mely egy Agilent 1290 Infinity II UHPLC-vel volt felszerelve. Az ESI ionforrást szintén pozitív ion módban használtuk. Paraméterek: gáz hőmérséklet: 200°C; kapilláris feszültség: 3500 V; "Nozzle" feszültség: 1000 V; skimmer feszültség: 65 V; köpenygáz hőmérséklete: 350 °C; porlasztógáz áramlási sebessége: 14 L/perc és a köpenygáz áramlási sebessége: 11 L/perc. Nitrogén volt mind a deszolveáló mind az ütközési gáz. Az ionforrásban történő fragmentációt ennél a készüléktípusnál a "Fragmentor feszültség" állításával lehet elősegíteni. Méréseink során 175V-os fragmentor feszültséget alkalmaztunk az anyavegyületek vizsgálatához, 210- és 240V-ot a fragmenesek képzéséhez. A méréseket teljes-ion pásztázási módban (MS-only) végeztük.

A folyadékkromatográfiás elválasztáshoz Agilent Zorbax XDB-C18 oszlopot választottunk 3,5 $\mu$ m-es pórusmérettel, 2,1mm-es belső átmérővel és 50mm-es hosszal. Az elválasztás során használt eluensek rendre: "A" eluens: Milli-Q tisztaságú víz 0,1% hangyasavval savanyítva, "B" eluens: acetonitril 0,1% hangyasavval savanyítva. A mozgófázis összetétele az alábbiak szerint változott mindkét kapcsolás esetén: 0 perc 15% B; 3perc 15% B; 18perc 100% B; 18,1perc 15% B; 20perc 15% B. Az áramlási sebesség 0,3ml/perc volt és 5  $\mu$ L az injektált térfogat. A mátrixtól való jó elválasztás céljából volt indokolt ilyen hosszú kromatográfia alkalmazása.

#### **4., Kísérleti eredmények és kiértékelésük**

##### ***A kísérleti protokoll bemutatása***

Elsőként az anyavegyületek (boszkalid és piraklostrobin) fragmentációs lehetőségeit térképeztük fel nagyfelbontású HPLC-MS rendszerrel. A fragmensekhez irodalmi adatok és a mért pontos tömegek alapján szerkezeti képletet rajzoltunk. Második lépésben az anyavegyületek fragmentációs viselkedése alapján a prediktív fragmentációs utakat írtuk fel a feltételezett metabolitokra is. Ezután a prediktív SRM tömegátmenetekre HPLC-MS módszert írtunk. A feladat legkritikusabb része azonban az extrakciós módszer kidolgozása volt, hiszen növényi mátrixból kellett a feltételezett vegyületeket kinyernünk úgy, hogy mindenekelőtt szem előtt kellett tartanunk a vegyületek megváltozott fiziko-kémiai karakterét.

##### ***Az anyavegyületek fragmentációjának ismertetése***

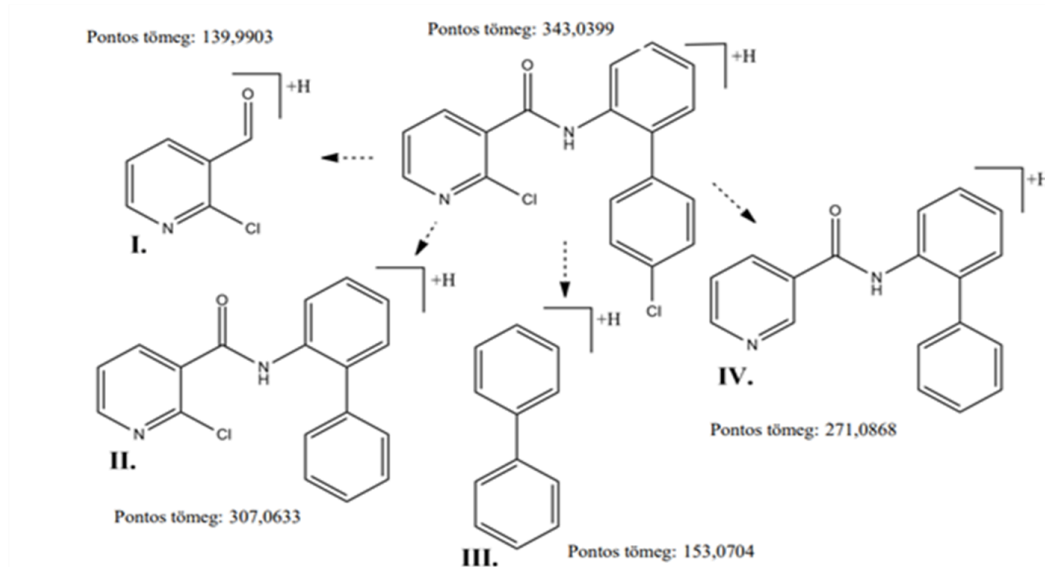
A boszkalid esetén két fragmentációs utat ismertünk meg, melyek közül a legintenzívebbek a klórvesztéssel létrejövő II. és IV. adódott. (5. Ábra) Másik fontos út volt az amid kötés felszakadásával létrejövő I. fragmens, amely viszont csak nagyon kis intenzitással jött létre az ionforrásban történő fragmentáció során. Az apoláris III. fragmens funkciós csoportok hiányában nehezen ionizálható ugyanakkor az M510F59 termék megerősítésénél kulcsfontosságú szerepet játszott. A fragmensek másodlagos megerősítéséhez az European MassBank hasonlóan nagyfelbontású tömegspektrométerrel rögzített spektrumkönyvtárával vetettük össze a fragmenseinket. (Internet 9.)

Piraklostrobin esetén egy fő fragmentációs utat sikerült megismernünk. A boszkaliddal ellentétben nem a halogénvesztés dominál, hanem a pirazol gyűrűnél történik a fragmentáció. (6. ábra) Az „A” fragmens keletkezése esetén csak a pirazol gyűrűnél hasadt a molekula, míg a „B” leányion létrejöttékor metoxi vesztes is történt, majd a visszamaradó metil-karbamát molekularész egy hatos

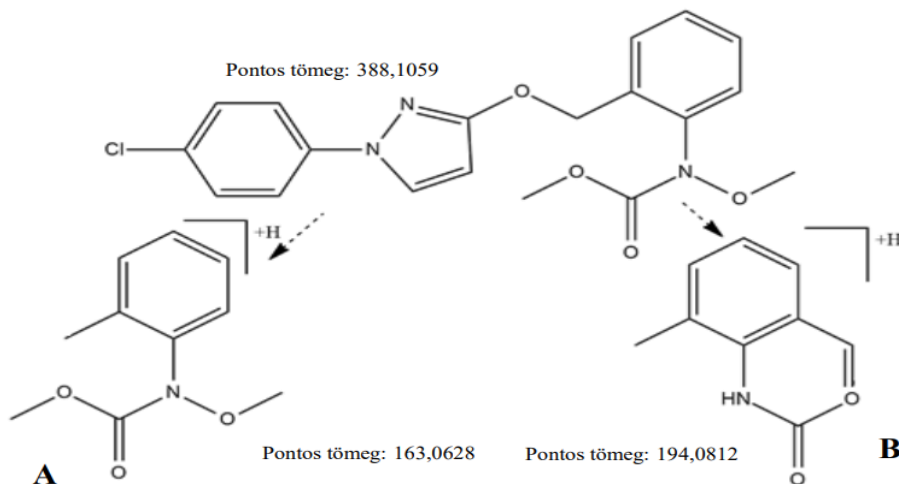


gyűrűbe záródott az aromás gyűrűvel. A boszkaliddal azonos módon az European Massbank releváns könyvtárában is ellenőriztük a feltárt fragmenseket. (Internet 10.)

Mind a két vegyület megismert fragmensei egyezést mutattak a könyvtár adatbázisaival. (Internet 9.;Internet 10.)



5. Ábra A boszkalid megismert fragmentációs viselkedése



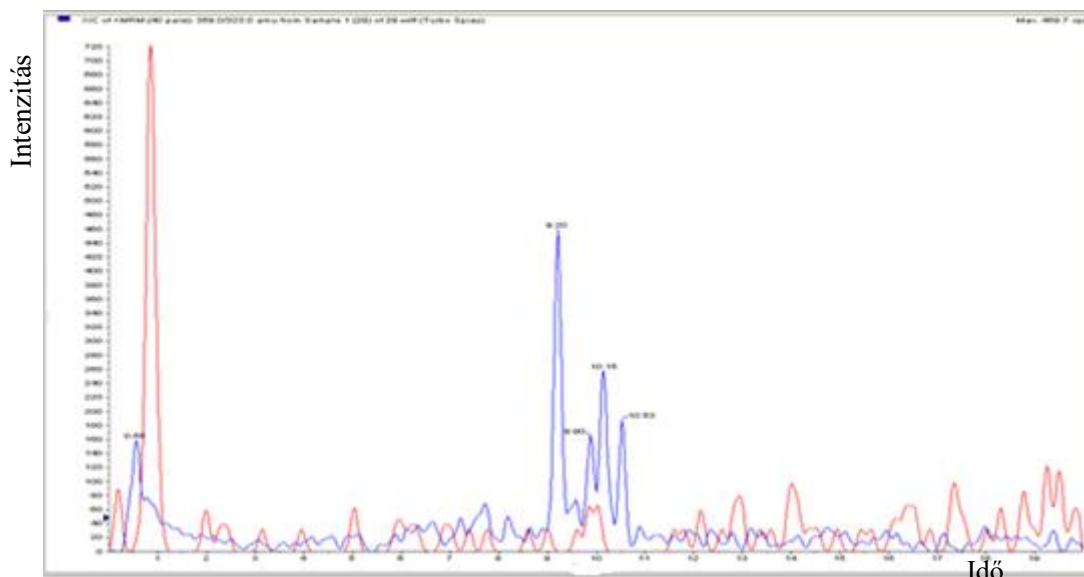
6. ábra A piraklostrobin karakterisztikus fragmentációja

### *Prediktív fragmentáción alapuló célkomponens módszer fejlesztése*

Az anyavegyületek fragmentációs viselkedésének megismerése után, a szakirodalomból gyűjtött, valószínűsíthető bomlástermékek prediktív fragmentációjának felrajzolása következett. A folyamatot az

M510F59 (2. Ábra; monohidroxi-boszkalid) vegyületen keresztül kívánjuk bemutatni. A vizsgálat lényege az, hogy amennyiben a boszkalidra kapott karakterisztikus tömegátmenet a 343.0/307.1, akkor annak hidroxilált módosulata (M510F59) nagy valószínűséggel adja a 359.0/323.1 tömegátmenetet. A fragmentációs kísérlet alapján azonban a 140.0 töredékion mindkét vegyületre jellemző lesz, amennyiben a hidroxiláció az aril gyűrűk valamelyikén történik. Erre a mintára metabolitonként több megjósolt tömegátmenetet felírtuk, valamint számos metabolitra ismételtük ezeket. Az összegyűjtött tömegátmenetekre műszeres vizsgálatot terveztünk. A méréseinket hármaskvadrupól rendszerű tömegspektrométerrel végeztük, amely kis felbontással ugyanakkor nagy érzékenységgel rendelkezik, ebből adódóan a feltehetően kis mennyiségben jelen lévő metabolitok vizsgálatára alkalmasabb nagyfelbontású társánál.

A mérések után megvizsgáltuk, hogy az adott tömegátmenetekre kaptunk-e értékelhető csúcsot. Amennyiben egy vegyülethez csak egy értékelhető csúcsot kaptunk, nem tekintettük azonosítottnak a komponenszt. Legalább két megfelelő tömegátmenetnél jelentkező csúcs esetén következett a retenciós idő vizsgálta. Elvárásaink szerint a polárisabb molekulaszervezet kisebb retenciós időt eredményez. A boszkalid anyavegyület 11,5 perces retenciós idővel eluálódott az oszlopról, míg a pozitív találatként ítélt M510F59 esetén a kromatográfiás csúcs ennél előbb jelentkezett, tehát megfelelt a kívánalmaknak. Fontosnak tartjuk megjegyezni, hogy négy közeli csúcs adódott ennél a vegyületnél. Ezek feltehetően izomerek, hiszen a hidroxiláció az aril gyűrű több eltérő pozícióján is bekövetkezhet (és méréseink alapján négy helyen be is következett). További kritériumnak állítottuk fel, hogyha egy vegyületnél feltételezhetően több izomer is lehet, és az izomerek jól láthatóak egy tömegátmenetnél, akkor felismerhetők legyenek a vegyület többi SRM extrahált-ion kromatogramján is. A 7. ábrán látható, hogy a mono-hidroxi boszkalid esetén, az aromás gyűrűn a különböző helyzetekben hidroxilált metabolitok izomerenként önálló csúcsot adnak.



**7. ábra:** Az M510F59 359/323.0 SRM átmenetéhez tartozó extrahált-ion kromatogramja.

Jelölés: Piros: IS; Kék: M510F59 TP 359.0/323.1-as SRM átmenete

Az M510F59 esetén az egyik létrejövő fragmens (140,0) az anyavegyülettel analóg módon az amid kötés felszakadásával jött létre (5. ábra, „I.”). A másik fragmens (323,1) szintén az anyavegyület mintájára klórvesztéssel jött létre. A mérést valamennyi prediktív metabolitra kiterjesztettük, melyre a 2. táblázatban látható találatokat kaptuk. Minden esetben az anyavegyülettel azonos ütközési energiát alkalmaztunk. Az ütközési cella belépési feszültségét (CEP) a készülék minden mérésnél önmaga kalkulálta.

**2. Táblázat:** HPLC-QqQ-MS-el vizsgált tömegátmenetek és a csúcsokra kapott retenciós idők (a két legintenzívebb átmenetek szerepelnek csak a táblázatban)

| Vegyület neve  | Retenciós idő (perc) | Prediktív tömegátmenetek | DP (V) | EP (V) | CEP (V) | CE (V) | CXP (V) |
|----------------|----------------------|--------------------------|--------|--------|---------|--------|---------|
| Piraklostrobin | 13,48                | MRM1 388,1/ 194,1        | 40     | 8,5    | 17      | 25     | 4       |
|                |                      | MRM2 388,1/ 163,1        | 40     | 8,5    | 17      | 25     | 4       |
| 500M07         | 9,4 ; 13,2           | MRM1 358,1/ 164,1        | 40     | 8,5    | 16      | 25     | 4       |
|                |                      | MRM2 358,1/ 132,0        | 40     | 8,5    | 16      | 25     | 4       |
| 500M68         | 8,7; 9,4; 10,0       | MRM1 566,2/ 194,1        | 40     | 8,5    | 23      | 25     | 4       |
|                |                      | MRM2 566,2/ 404,1        | 40     | 8,5    | 23      | 25     | 4       |
| 500M71         | 8,9; 9,6             | MRM1 536,1/ 342,1        | 40     | 8,5    | 22      | 25     | 4       |
|                |                      | MRM2 536,1/ 374,1        | 40     | 8,5    | 22      | 25     | 4       |
| Boszkalid      | 11,5                 | MRM1 343,0/ 307,1        | 40     | 8,5    | 16      | 25     | 10      |
|                |                      | MRM2 343,0/ 140,0        | 40     | 8,5    | 16      | 25     | 4       |
| M510F59        | 9,2; 9,9; 10,1; 10,6 | MRM1 359,0/ 140,0        | 40     | 8,5    | 16      | 25     | 4       |
|                |                      | MRM2 359,0/ 323,1        | 40     | 8,5    | 16      | 25     | 4       |

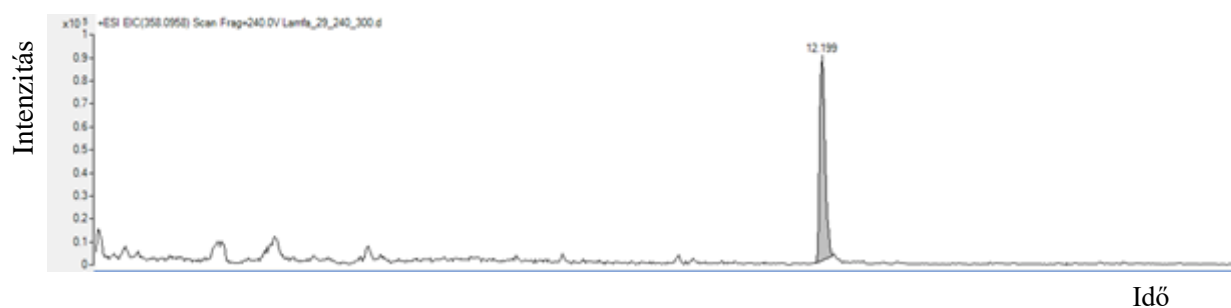
|              |      |      |        |       |    |   |    |    |   |
|--------------|------|------|--------|-------|----|---|----|----|---|
| Metomil (IS) | 0,84 | MRM1 | 163,0/ | 88,0  | 21 | 4 | 10 | 13 | 4 |
|              |      | MRM2 | 163,0/ | 106,0 | 21 | 4 | 10 | 13 | 4 |

### Azonosítás megerősítése nagyfelbontású MS készülékkel

Mint az a fentebbi táblázatból látható három piraklostrobin és egy boszkalid transzformációs termék kimutatását sikerült megvalósítani alma mintában. A metabolitok identitásának bizonyítására az alábbi azonosítási kritériumokat állítottuk fel.

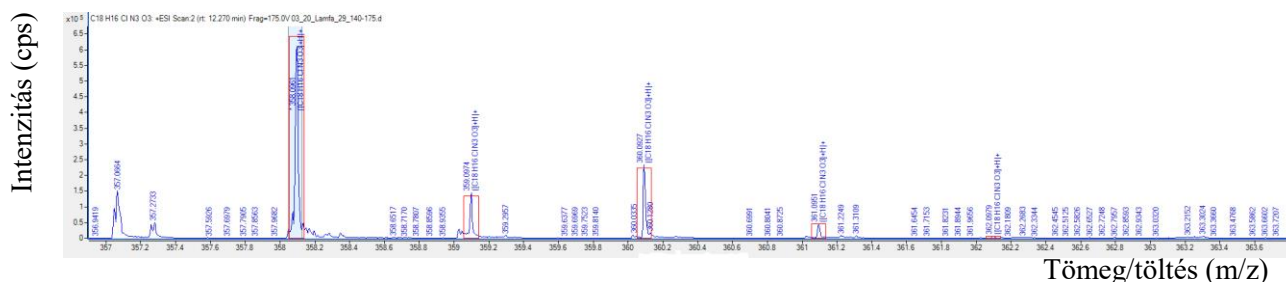
1. A metabolit mért pontos tömegének egyezése az elméleti tömeggel (tömegeltérés <5ppm)
2. A mért izotópmintázatának egyezése az elméleti izotópmintázattal (eltérés <5ppm)
3. A metabolit retenciós ideje logikusan következzen az anyavegyület retenciós viselkedéséből
4. Fragmentációs viselkedés egyezése a szerkezeti képletből számolt fragmentációval, valamint a korábbi mérési eredménnyel.
5. A fragmensek pontos tömege egyezzen az elméleti tömeggel (eltérés <5ppm)

A megerősítéshez használt kritériumokat 500M07-en (dezmetoxi-piraklostrobin) metaboliton keresztül kívánjuk bemutatni. A megerősítő vizsgálat első lépéseként kiszámoltuk az 500M07 vegyület pontos tömegét hidrogén addukttal, négy tizedesjegyre. Ez 358,0953Da-nak adódott. Teljes ion pásztázási módban (MS-only) indítottuk el a mérést 175V, 210V és 240V-os fragmentor feszültségek változó beállításával a bomlástermékek (jelen esetben az 500M07) megkeresésére. A metabolit-keresési stratégia egyszerűen a kérdéses vegyület pontos tömegéhez tartozó kromatogram extrahálásán alapult. A jelen példában mérés után a 358,0953Da-hoz tartozó kromatogramot extraháltuk a kapott teljes ion kromatogrammból. Az így kapott görbe csak az általunk megadott tömeghez tartozó jelintenzitást mutatta az idő függvényében. (8. ábra)



**8. ábra:** Az 500M07 extrahált-ion kromatogramja (HPLC-QTOF-MS rendszer, MS-only mód)

Amennyiben a pontos tömeg alapján történő szűrés után kaptunk értékelhető csúcsot, folytattuk a megerősítést. Ezt követte az izotópmintázat vizsgálata. Ehhez a kapott csúcs tömegspektrumára volt szükség. A csúcs kijelölése után volt lehetőség a tömegspektrum megtekintésére. Az 500M07 tömegspektrumának releváns részeit, valamint a megtalált izotópmintázatot pirossal bekeretezve a 9. ábra tartalmazza. A feltételezett izotópmintázattól való eltérés szintén determináló tényező volt, amennyiben nem egyezett, a vegyületet elvetettük.



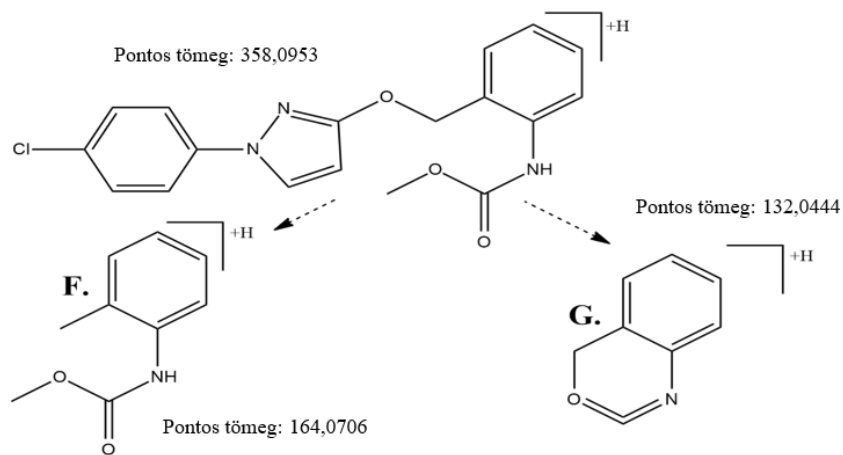
**9. ábra:** Az 500M07 metabolit tömegspektruma (357-363,6m/z)

Amennyiben a talált izotópmintázat összeegyeztethető volt az elméleti izotópmintázattal megvizsgáltuk a vegyület retenciós idejét. Mint az a 8. ábrán jól látható a vegyület retenciós ideje 12,2 percnél adódott. Az anyavegyületnél (piraklostrobin) polárisabbnak tekinthető a metabolit, tehát az elvárás az, hogy előbb eluálódjon. Az anyavegyület 12,3 percnél eluálódott (3. Táblázat) méréseink szerint, mátrix-szal terhelt környezetben, tehát ezt a kritériumot is teljesítette a vegyület.

Ezután következett a fragmentációs viselkedés bizonyítása. Továbbra is MS-only módban, 240V-os fragmentor feszültséget alkalmazva igyekeztünk fragmenseket előállítani a bizonyítani kívánt vegyületből. A kapott teljes ion kromatogramból ismét extraháltuk a 358,0953Da-hoz tartozó anyavegyületet, és az előzőekhez hasonlóan a csúcshoz tartozó tömegspektrumot kezdtük elemezni. Abban az esetben, ha az ionforrásban történt fragmentáció akkor az anyavegyülethez tartozó tömegspektrumban jól láthatónak kell lenniük a jellemző, korábbi mérések alapján találatnak ítélt fragmenseknek. Amennyiben megtaláltuk a jellemző fragmenst, fontos követelménynek állítottuk fel, hogy annak tömegeltérése ne legyen nagyobb 2mDa-nál és a hiba ne legyen nagyobb 5ppm-nél. A megerősítés adatait a 3. táblázat tartalmazza.

Az 500M07 metabolit fragmentációját a 10. ábrán mutatjuk be. Jól látható, hogy az „F” fragmens

az anyavegyülethez hasonlóan (6. ábra) a pirazol gyűrű leszakadásával jön létre. A „G” fragmens esetén is jól látható a párhuzam. Mint a 3. táblázatban olvasható, a 10. ábra F betűjelénél látható 164,0706m/z értékű fragmenst 0ppm eltéréssel, a „G” jelű 132,0444m/z értékű fragmenst 3,8ppm eltéréssel sikerült azonosítani.



**10. ábra:** Az 500M07 fragmentációja

A fent leírt példavegyületen túl ezeket a megerősítő vizsgálatokat az összes, előzőekben feltehetően megtalált metabolitra is elvégeztük. Az eredményeket a 3. táblázatban tesszük közzé. A táblázat alapján elmondható, hogy a HPLC-QqQ-MS-el talált csúcsok minőségi azonosítását HPLC-TOF-MS rendszerrel sikeresen véghez vittük. Ez alól az egyetlen kivétel az M510F59 amid kötés felszakadásával létrejövő fragmense (5. ábra, „I.”) melyet nem találtunk kielégítőnek a vegyület megerősítő vizsgálatainak elvégzéséhez, így helyette az 5. ábra „III” fragmensével analóg módon felírt monohidroxi-bifenil gyűrű hidrogén adduktját választottuk erre a célra.

**3. táblázat:** Az elméleti és a talált tömeg/töltés arány összehasonlítása

| Vegyület neve és<br>fragmensei | Retenciós<br>idő (perc) | Összegképlet<br>(molekulaion)  | Számolt<br>tömeg/töltés arány | Mért                  | Hiba<br>(ppm) | Hiba (mDa) |
|--------------------------------|-------------------------|--|-------------------------------|-----------------------|---------------|------------|
|                                |                         |  |                               | tömeg/töltés<br>arány |               |            |
| <b>Piraklostrobin</b>          | 11,3; 12,3              | C <sub>19</sub> H <sub>19</sub> CIN <sub>3</sub> O <sub>4</sub> <sup>+</sup>   | 388,1059                      | 388,1056              | -0,8          | -0,3       |
| <b>Fragmens I.</b>             |                         | C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O <sub>3</sub> N <sup>+</sup>                  | 194,0812                      | 194,0807              | -2,6          | -0,5       |
| <b>Fragmens II.</b>            |                         | C <sub>9</sub> H <sub>9</sub> O <sub>2</sub> N <sup>+</sup>                    | 163,0628                      | 163,0633              | 3,0           | 0,5        |
| <b>500M07</b>                  | 8,2; 12,2               | C <sub>18</sub> H <sub>17</sub> N <sub>3</sub> O <sub>3</sub> Cl <sup>+</sup>  | 358,0953                      | 358,0962              | 2,5           | 0,9        |
| <b>Fragmens I.</b>             |                         | C <sub>9</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub> N <sup>+</sup>                   | 164,0706                      | 164,0706              | 0             | 0          |
| <b>Fragmens II.</b>            |                         | C <sub>8</sub> H <sub>6</sub> ON <sup>+</sup>                                  | 132,0444                      | 132,0449              | 3,8           | 0,5        |
|                                | 6,0; 7,4; 7,8;          |  |                               |                       |               |            |
| <b>500M68</b>                  | 8,0                     | C <sub>25</sub> H <sub>29</sub> N <sub>3</sub> O <sub>10</sub> Cl <sup>+</sup> | 566,1536                      | 566,1518              | -3,2          | -1,8       |
| <b>Fragmens I.</b>             |                         | C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> NO <sub>3</sub> <sup>+</sup>                   | 194,0812                      | 194,0819              | 3,6           | 0,7        |
| <b>Fragmens II.</b>            |                         | C <sub>19</sub> H <sub>19</sub> N <sub>3</sub> O <sub>5</sub> Cl <sup>+</sup>  | 404,1008                      | 404,1002              | -1,5          | -0,6       |
| <b>500M71</b>                  | 8,2                     | C <sub>24</sub> H <sub>27</sub> N <sub>3</sub> O <sub>9</sub> Cl <sup>+</sup>  | 536,1430                      | 536,1433              | 0,6           | 0,3        |
| <b>Fragmens I.</b>             |                         | C <sub>15</sub> H <sub>20</sub> O <sub>8</sub> N <sup>+</sup>                  | 342,1183                      | 342,1185              | 0,6           | 0,2        |
| <b>Fragmens II.</b>            |                         | C <sub>18</sub> H <sub>17</sub> N <sub>3</sub> O <sub>4</sub> Cl <sup>+</sup>  | 374,0902                      | 374,0890              | -3,2          | -1,2       |
| <b>Boszkalid</b>               | 10,2                    | C <sub>18</sub> H <sub>13</sub> Cl <sub>2</sub> N <sub>2</sub> O <sup>+</sup>  | 343,0399                      | 343,0409              | 2,9           | 1          |
| <b>Fragmens I.</b>             |                         | C <sub>18</sub> H <sub>11</sub> N <sub>2</sub> O <sup>+</sup>                  | 271,0868                      | 271,0857              | -4,1          | -1,1       |
| <b>Fragmens II.</b>            |                         | C <sub>18</sub> H <sub>12</sub> CIN <sub>2</sub> O <sup>+</sup>                | 307,0633                      | 307,0632              | -0,3          | -0,1       |

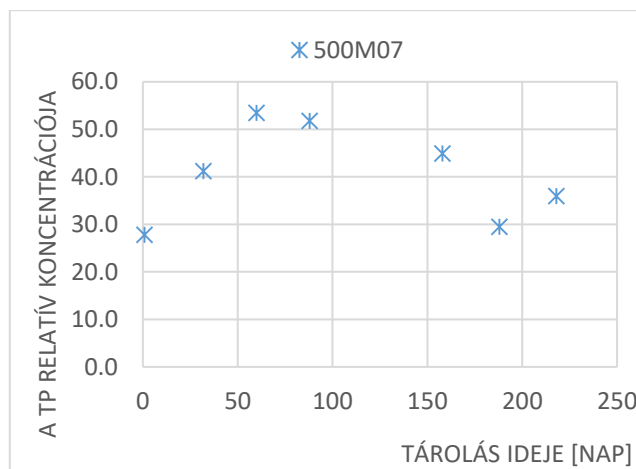
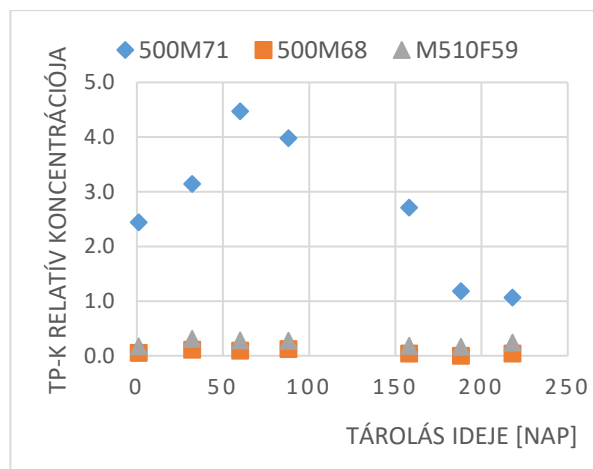
|                     |                |                            |          |          |      |      |
|---------------------|----------------|----------------------------|----------|----------|------|------|
|                     | 8,1; 8,7; 8,9; |                            |          |          |      |      |
| <b>M510F59</b>      | 9,3            | $C_{18}H_{13}Cl_2N_2O_2^+$ | 359,0349 | 359,0339 | -2,8 | -1   |
| <b>Fragmens I.</b>  |                | $C_{12}H_9O^+$             | 169,0648 | 169,0646 | -1,2 | -0,2 |
| <b>Fragmens II.</b> |                | $C_{18}H_{12}ClN_2O_2^+$   | 323,0582 | 323,0592 | 3,1  | 1    |



### ***Metabolitok relatív koncentrációjának változása a tárolás során***

A fenti vizsgálatban kimutatott transzformációs termékek koncentrációjának időben változásának nyomon követését belső sztenderd alkalmazásával valósítottuk meg. Fontos azonban kiemelni, hogy a vizsgálatok – leginkább a HR-MS módszer érzékenységi korlátai miatt – az alma héjából történtek, az előzetes vizsgálatokat figyelembe véve bélzetből kivonatot nem készítettünk. Az almák hámozása kézi hámozóval történt, nem precíziós műszerrel, és bár a hámozás vastagságát és mértékét igyekeztünk azonos módon végezni minden mintánál, feltehetően a mérési eredményeinket valamelyest terheli hiba ebből adódóan. A mérés „félkvantitatív” jellege miatt - nem kívánunk számolni az almák tömegcsökkenésével, ezek az adatok nem állnak rendelkezésünkre.

Az előzetes vizsgálataink szerint az anyavegyület koncentrációja folyamatosan csökkent az idő előrehaladtával a kitárolás időpontjáig. Ezzel ellentétben a transzformációs termékek esetén egy haranggörbéhez hasonló lefutás figyelhető meg. A tárolás ötvenedik és nyolcvanadik napja között figyelhető meg a TP-k esetén a legmagasabb koncentráció. A kilencvenedik napot követően már minden vizsgált metabolit csökkenő tendenciát mutat. Mivel az egyik megerősített metabolit jóval nagyobb koncentrációban volt jelen méréseim szerint így két ábrán mutatom be a bomlástermék koncentráció változását. (11. és 12. Ábra)



**11. (balra) és 12. (jobbra) ábra:** A transzformációs termékek koncentrációjának változása az IS-hez képest

### **5. Következtetések és a jelenleg folyó kutatás részletei**

Kutatásaink eredményeként bizonyítottuk a boszkalid és piraklostrobin transzformációs termékeinek jelenlétét, Bellissel történő zárókezelést követően alma héjában. Munkánk során kiderült, hogy a legnagyobb mennyiségben képződő transzformációs termék az 500M07 volt a vizsgált mintákban. Az általunk kidolgozott mintaelőkészítési és mérési protokollal sikerült azonosítani három piraklostrobin

(500M07, 500M68, 500M71) és egy boszkalid (M510F59) transzformációs terméket az almák héjában. A protokoll első lépése az anyavegyületek fragmentációs viselkedésének tanulmányozása volt, mely elengedhetetlennek bizonyult a metabolitok keresése céljából. Ezt követte az extrakciós módszer kidolgozása, mely alkalmasnak bizonyult a TP-k kinyerésére alma mátrixból. Ezt követte a QqQ rendszerrel történő prediktív fragmentáción alapuló analízis, mellyel sikerült azonosítani a feltételezett TP-ket. A megerősítés kvadrupól repülési-idő analizátorral történt, a protokollban felállított követelményeknek minden vegyület eleget tett. A TP-k koncentrációjának időbeni változásának követésére választott belső sztenderd alkalmasnak bizonyult a méréseinkhez a kedvező elúciós képessége miatt. Összességében elmondható, hogy a felállított protokollal a boszkalid és piraklostrobin fungicidek transzformációs termékeinek kimutatása sikeres volt alma mátrixban. A méréseinkkel bebizonyított transzformációs termékek jelenléte a gyümölcsként fogyasztható almákban toxikológiai aggályokat vethet fel, mivel jelenleg nem ismeretek az akkut és krónikus toxicitás értékei az egyes metabolitoknak. Az általunk talált vegyületek szerves kémiai szintézisét valamint toxicitási kísérletek megvalósítását javasoljuk a vegyületek élelmiszerbiztonsági kockázatelemzésének céljából!

A jelenlegi munka folytatásaként szintén az ösztöndíj keretében - meggyben található fluopiram bomlástermékek extrakcióját és azonosítási lehetőségeit vizsgáljuk. Figyelembe véve a fluopiram eltérő kémiai szerkezetét, szükség van az extrakciós protokoll más irányú módosításaira is a jelen eljáráshoz képest. Előzetes vizsgálataink szerint a kidolgozott extrakciós módszer alkalmas lehet a metabolitok kinyerésére meggy mintákból, ugyanakkor többek között a határfok és egyéb kérdések még megválaszolásra várnak.

## 6. Irodalomjegyzék

Gonzalez-Curbelo, M.A., Lehotay, S.J., Hernandez-Borges, J., Rodriguez-Delgado, M.A., (2014). Use of ammonium formate in QuEChERS for high-throughput analysis of pesticides in food by fast, low-pressure gas chromatography and liquid chromatography tandem mass spectrometry. J Chromatogr A 1358, 75–84. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2014.06.104>

Internet 1: A BIZOTTSÁG 149/2008/EK RENDELETE (2008. január 29.)

[http://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/21468/CELEX\\_32008R0149\\_HU\\_TXT.pdf/f351eea3-e9bf-475f-b5b7-15508bbd52ae](http://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/21468/CELEX_32008R0149_HU_TXT.pdf/f351eea3-e9bf-475f-b5b7-15508bbd52ae) Letöltés ideje: 2018. 11. 13.

Internet 2: Guidance document on analytical quality control and method validation procedures for pesticide residues and analysis in food and feed.

[https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/plant/docs/pesticides\\_mrl\\_guidelines\\_wrkdoc\\_2017-11813.pdf](https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/plant/docs/pesticides_mrl_guidelines_wrkdoc_2017-11813.pdf) Letöltés ideje: 2018. 11. 13.

Internet 3. Metabolomika.

<https://hu.wikipedia.org/wiki/Metabolomika> Letöltés ideje: 2018. 11. 13.

Internet 4. BOSCALID (221).

[http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests\\_Pesticides/JMPR/Evaluation06/boscalid06.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/JMPR/Evaluation06/boscalid06.pdf) Letöltés ideje: 2018. 11. 13.

Internet 5. PYRACLOSTROBIN (210).

[http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests\\_Pesticides/JMPR/Evaluation04/Pyraclostrobinaf.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/JMPR/Evaluation04/Pyraclostrobinaf.pdf) Letöltés ideje: 2018. 11. 13.

Internet 6: Nagyhatékonyságú folyadékkromatográfia (HPLC).

<http://ttk.pte.hu/analitika/letoltesek/jegyzet/ch07s03.html> Letöltés ideje: 2018. 11. 13.

Internet 7. Bellis gombaölő permetezőszer forgalomba hozatali engedélye.

[http://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/169240/Bellis\\_eng\\_20120502.pdf/c3e31c21-f668-4150-a01f-3d6c4f3c65c5](http://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/169240/Bellis_eng_20120502.pdf/c3e31c21-f668-4150-a01f-3d6c4f3c65c5) Letöltés ideje: 2018. 11. 13.

Internet 8. Internal Standards #2: What Makes a Good Internal Standard?.

<http://blog.sepscience.com/separationscience/hplc-solutions-135-internal-standardspart-2-what-makes-a-good-internal-standard> Letöltés ideje: 2018. 11. 13.

Internet 9. MassBank Record: EA293810

<https://massbank.eu/MassBank/jsp/RecordDisplay.jsp?id=EA293810&dsn=Eawag> Letöltés ideje: 2018. 11. 13.

Internet 10. MassBank Record: SM846802

<https://massbank.eu/MassBank/jsp/RecordDisplay.jsp?id=SM846802&dsn=CASMI2016> Letöltés ideje: 2018. 11. 13.

Jabot, C., Daniele, G., Giroud, B., Tchamitchian, S., Belzunces, L.P., Casabianca, H., Vulliet, E., (2016). Detection and quantification of boscalid and its metabolites in honeybees. Chemosphere 156, 245–251. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.04.135>

Krauss, M., Singer, H., Hollender, J., (2010). LC-high resolution MS in environmental analysis: from target screening to the identification of unknowns. Anal Bioanal Chem 397, 943–951. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00216-010-3608-9>

MSZ EN 15662:2018: Növényi eredetű élelmiszerek. Peszticid szermaradékok meghatározásának multimódszere acetonnitriles extrakciót/szétválasztást és diszperziós SPE-tisztítást követő GC- és LC-alapú vizsgálattal. Moduláris QuEChERS-módszer

[http://www.mszt.hu/web/guest/webaruhaz;jsessionid=72C426E3CF1C9AF5CAE86EBA07B695F3?p\\_p\\_id=msztwebshop\\_WAR\\_MsztWAportlet&p\\_p\\_lifecycle=1&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-1&p\\_p\\_col\\_count=1&\\_msztwebshop\\_WAR\\_MsztWAportlet\\_ref=168415&\\_msztwebshop\\_WAR\\_MsztWAportlet\\_javax.portlet.action=search](http://www.mszt.hu/web/guest/webaruhaz;jsessionid=72C426E3CF1C9AF5CAE86EBA07B695F3?p_p_id=msztwebshop_WAR_MsztWAportlet&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&_msztwebshop_WAR_MsztWAportlet_ref=168415&_msztwebshop_WAR_MsztWAportlet_javax.portlet.action=search)

Sörös Cs. (2018.): Növényvédelmi Kémia és Toxikológia, tantárgyi segédlet SZIE Növényorvos MSc hallgatóknak, (kiadás előtt)

**A peszticidterhelés hatása a pókokra (araneae) közösségek és egyedek szintjén****The effect of different pest management systems on spiders (Araneae) at community and individual level*****Mezőfi László***

mezofilaszlo@gmail.com

Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar, Rovartani Tanszék

**Összefoglalás**

Az almaültetvények lombkoronájában a pókok (Araneae) diverz és nagy egyedsűrűségű együtteseket hoznak létre, különösen akkor, ha az ültetvények peszticid terhelése csökken. A pókok az almafák lombkoronájában jelen lévő ragadozó makro-ízeltlábú fajok akár 57 %-át, és az egyedek 65 %-át is adhatják, ezáltal a lombkoronában a legnagyobb fajgazdagságú, és egyben legnagyobb egyedszámban előforduló ragadozó makro-ízeltlábú szervezetek lehetnek. Irodalmi adatok alapján a pókok számos almakártevő populációját aktívan szabályozhatják, de meghatározó szerepük lehet a kártevők korlátozásában más mezőgazdasági kultúrákban is.

Általánosságban megállapítható, hogy a peszticidek –különösen az inszekticidek és akaricidek– használata egyedszámuk drasztikus csökkentésével jelentősen korlátozza a pókokat és ezen keresztül hasznos növényvédelmi tevékenységüket. Kevésbé ismertek azonban a peszticidek szubletális, illetve indirekt hatásai, továbbá az, hogy az általuk generált viselkedésszerű eltérések hogyan hathatnak a pókok ragadozó magatartására és ezen keresztül kártevő szabályozó képességére. Laboratóriumi körülmények között vizsgálva például spinozad és diflobenzuron hatóanyagú növényvédő szerek és maradékaik jelentősen csökkentették a közép-európai almaültetvények egyik leggyakoribb vadáspókfajának, a *Philodromus cespitum*-nak a támadási hatékonyságát. További irodalmi adatok szerint a különböző növényvédelmi kezelésű ültetvényekből származó pókpopulációk ragadozást meghatározó viselkedési mutatói közötti kapcsolatok is megváltozhatnak a növényvédelmi kezelések függvényében.

A fentiek tükrében célul tűztük ki, hogy vizsgáljuk az ültetvények peszticidterhelésének és művelésmódjának a pókok egyedi viselkedésére (pl.: kockázatvállalás mértéke, falánság) gyakorolt közvetett és közvetlen hatásait, illetve a pókok kártevő korlátozó képességére gyakorolt rövid- és középtávú következményeit a *Ph. cespitum* (Araneae: Philodromidae) faj esetében. Ehhez összesen 312 pók egyedet gyűjtöttünk 10 különböző almaültetvényből (felhagyott, ökológiai és integrált művelésmódú

ültetvények). Ezután a Rovartani Tanszék laboratóriumában, többször ismételve, pókonként három darab *Drosophila hydei* egyedet adagolva videófelveteleken rögzítettük, hogy 30 perc alatt hány gyümölcslegyet fogyasztanak el a pókok (falánkság), illetve az egyes egyedeket mennyi időn belül zsákmányolják (támadási latencia).

A már kiértékelt videófelvetelek elemzése során az alábbi eredményeket kaptuk: a pókok fejlettségi stádiuma illetve a tömegük gyengén korrelált a 30 perc alatt elejtett zsákmánymennyiséggel. Habár a nagyobb és fejlettebb pókok jellemzően több muslicát fogyasztottak el, sem a tömegük sem a fejlettségi stádiumuk nem mutatott korrelációt az első zsákmány elejtésének idejével. Annak ellenére, hogy a pókok nagyjából azonos időben lettek begyűjtve, szignifikáns különbséget találtunk az egyes ültetvények között a pókok tömegét és fejlettségi stádiumát illetően. Emellett a különböző ültetvényekből származó pókpopulációk között különbségek voltak kimutathatóak egyes esetekben az első préda elejtésének idejét és a 30 perc alatt elfogyasztott zsákmánymennyiséget illetően is. Előzetes hipotézisünkkel ellentétben az, hogy az adott ültetvény milyen növényvédelemben részesült, nem magyarázza az általunk talált különbségeket. A vizsgált paraméterek esetében (tömeg, fejlettségi stádium, falánkság, támadási latencia) például kimutathatóak voltak különbségek ökológiai és ökológiai, de integrált és integrált művelésmódú ültetvényekből származó pókpopulációk között is. Előzetes eredményeink alapján szabadföldi körülmények között a pókok viselkedési mutatóira feltehetően akár a fejlettségi stádiumuk, vagy akár ismeretlen környezeti körülmények nagyobb hatással lehetnek, mint az ültetvény művelésmódja. A növényvédelmi kezelések a pókok viselkedési mutatóira gyakorolt hatásainak tisztázásához további vizsgálatok szükségesek, illetve további vizsgálatokat igényel az is, hogy meghatározzuk, hogy szabadföldön pontosan milyen tényezőknek van elsődleges hatása a pókok viselkedési mutatóira vagy épp a fejlettségére nézve.

### ***Kulcsszavak***

*Philodromus cespitum*, interpopulációs különbségek, művelésmód, növényvédelem

**Levélbolha fajok előfordulása kajszibarack ültetvényekben Gönc térségében****Occurence of psyllid species in apricot plantation, in the region of Gönc*****Molnár Csilla***[molnar.scilla@gmail.com](mailto:molnar.scilla@gmail.com)

Rovartani tanszék, Növénykórtani tanszék  
Szent István Egyetem Kertészettudományi Kar

**Összefoglalás**

A *Ca. Phytoplasma prunorum*, a Csonthéjasok Európai sárgulása (European Stone Fruit Yellows, ESFY) betegség kórokozója az utóbbi években az európai szinten egyre súlyosbodó kajszipusztulás fő okozója. A kórokozó terjesztésében a fertőzött szaporítóanyag mellett meghatározó jelentősége van a vektorának, a szilva-levélbolhának (*Cacopsylla pruni*). Hazánk legnagyobb kajszitermesztő régiójában, Gönc térségében szerveztük meg vizsgálatainkat. Irodalmi adatok alapján tudjuk, hogy fenyőféleken telel, illetve kajszibarackon kívül egyéb *Prunus* nemzetségbe tartozó cserjék is a nyári tápnövényei közé tartoznak, ezért kajszibarackon kívül lucfenyőről, kökényről és galagonyáról is gyűjtöttünk mintákat. Vizsgálataink során elsősorban azt vizsgáltuk, hogy a szilva-levélbolha előfordul-e kajszibarack ültetvényben Gönc térségében, illetve, hogy előfordul-e ez a faj a környező cserjésben kökényen és galagonyán továbbá a lucfenyőn? Vizsgáltuk továbbá, hogy milyen más levélbolha fajok fordulnak elő ezeken a növényeken a szilva-levélbolha mellett. További kérdés volt a kutatás során, hogy kolonizál-e a szilva-levélbolha az ültetvényben. A kutatás legfőbb kérdése pedig az volt, hogy a begyűjtött egyedek testéből kimutatható-e a *Ca. Phytoplasma prunorum* kórokozó? Vizsgálatainkat 2017-ben és 2018-ban folytattuk, mindkét évben a nyugalmi időszak végétől májusig gyűjtöttünk levélbolhákat a fent említett növényeken, illetve nyár végén ismételt gyűjtéseket végeztünk.

***Kulcsszavak***

*Cacopsylla pruni*, European Stone Fruit Yellows, *Phytoplasma*, Szilva-levélbolha, Csonthéjasok Európai sárgulása

## 1. Bevezetés, a munka célja

A *Ca. P. prunorum* kórokozó irodalmi adatok alapján a kajszipusztulás fő okozója, amely az utóbbi években olyan méreteket öltött, amely a kajszi termesztés gazdaságosságát veszélyezteti Magyarországon. A gönci termőterületben, hazánk legnagyobb kajszi termesztő régiójában különösen fontos ezzel a kérdéssel foglalkoznunk. A probléma megoldásához a kórokozó biológiájának, életciklusának, rezervoárnövényeinek és vektorainak ismerete elengedhetetlenül fontos. A vizsgálatok eredményeivel remélhetőleg hozzájárulunk ahhoz, hogy az ültetvényekben tervezhetően és okos módon lehessen védekezni a vektorok ellen, és csökkenthető legyen a *Ca. P. prunorum* által okozott fapusztulás.

## 2. Vizsgált anyagok és módszerek

A kutatás során kopogtatós módszerrel gyűjtöttünk levélbolha imágókat kajszi barackról, lucfenyőről, kökényről és galagonyáról, majd 2018-ban vadrózsáról is. A vizsgálatokat két éven át 2017-2018-ban végeztük. A vizsgálatok időpontját a levélbolhák lucfenyőre ültetvénybe migrálásának feltételezett idejére és a visszamigrálásának idejére időzítettük. A gyűjtéseket koratavasztól, rügyfakadás idejétől május közepéig rendszeresen végeztük, majd augusztusban és szeptemberben megismételtük. A begyűjtött egyedeket külön-külön eppendorf csövekbe helyeztük és a laboratóriumi vizsgálatokig 70%-os etanolban tároltuk. A levélbolhák faji szintű azonosítása morfológiai tulajdonságaik alapján történt, melyet a Szent István Egyetem Rovartani Tanszék laboratóriumában, sztereomikroszkóp segítségével végeztünk.

A kórokozó kimutatásához szükséges laboratóriumi vizsgálatokat a Szent István Egyetem Növénykórtani Tanszék laboratóriumában végeztük. A levélbolhákból a DNS kivonása menete Mergenthaler (2004) leírása alapján történt. A kivonás egyedenként külön történt. A DNS tisztítás 'Doyle and Doyle' (1990) tisztítási módszerrel történt. A minták fertőzöttségét nested PCR (Polimeráz-lánreakció) eljárással vizsgáltuk, amely két egymást követő szakaszból áll. A nested PCR-hez univerzális, a Mergenthaler és munkatársai által tervezett, almafa boszorkányseprűsödés fitoplazma-csoportra specifikus EOf és az EOr indítószekvenciákat használtuk. A vizsgálat második szakaszában az ESFY specifikus indítószekvenciáknak az ECA1/ECA2 primereket használtuk (Jarausch et al. 1994). A speciálisan felszaporított DNS fragmentumokat gélelektroforézissel mutattuk ki, amihez 1%-os agarózgél használtunk. Negatív kontrollként kétszer desztillált vizet használtunk, pozitív kontrollként fitoplazmával fertőzött kajszi DNS-mintát.



### 3., Kísérleti eredmények és kiértékelésük

Feltételezésünknek megfelelően sikerült galagonya levélbolhát (*Cacopsylla crataegi*) is befognunk szilva-levélbolha (*Cacopsylla pruni*) mellett kajszibarack ültetvényekben, a környező cserjéken és lucfenyőn is. A két fő levélbolha faj mellett begyűjtésre kerültek egyéb *Cacopsylla* (*Cacopsylla melanoneura* és *Cacopsylla affinis*) és *Trioza* fajok is, melyek szerepe a *Ca. P. prunorum* terjesztésében egyelőre ismeretlen. A két vizsgált évben összesen 215 levélbolha imágót gyűjtöttünk, összesen 8 növényfajról, 16 gyűjtés alkalmával. Legnagyobb egyedszámban *C. pruni* egyedek voltak jelen (81 db) az ültetvényben és környezetében. Hasonlóan magas (80 db) egyedszámban fogtunk *Cacopsylla* spp. egyedeket. *C. crataegi* imágókból 30 egyedet, a *Trioza* nemzettségbe tartozókból 24 egyedet gyűjtöttünk a két év során. A levélbolhák tömeges betelepődése az ültetvénybe a korábbi irodalmakhoz hasonlóan március végére-április elejére tehető, ekkor fogtuk legnagyobb számban a levélbolhákat (Labonne, Lichou, 2004, Czibulyás 2016). Augusztusi és szeptemberi gyűjtéseink alkalmával nem tudtunk levélbolhákat gyűjteni sem kajsziról, sem cserjékről, sem lucfenyőről.

A *Ca. Phytoplasma prunorum* kórokozót sikerült izolálnunk a begyűjtött *Cacopsylla pruni* és *Cacopsylla crataegi* egyedekből is. 2017-ben a kajszibarackról gyűjtött szilva-levélbolhák esetében 12,5%-os fertőzöttséget állapítottunk meg. 2018-ban a kajszibarackról gyűjtött szilva-levélbolhák 10%-a volt fertőzött. A fertőzött egyedeket április elején-közepén gyűjtöttük, mindet kajszibarack ültetvényből. *Cacopsylla crataegi* (galagonya levélbolha) esetében a két vizsgált évben összesen 30 begyűjtött egyedből 1 esetben volt kimutatható a kórokozó jelenléte. A fertőzött egyedet gyepűrózsáról gyűjtöttük 2018 április közepén. A begyűjtött más fajba tartozó (*Cacopsylla melanoneura*, *Cacopsylla affinis*, *Trioza* spp.) levélbolhákból a kórokozót nem mutattuk ki.

### 4., Következtetések

Szilva levélbolha (*Cacopsylla pruni*) mellett galagonya levélbolha (*Cacopsylla crataegi*) egyedből Gönc térségében is sikeresen izoláltuk a kórokozót, ami arra enged következtetni, hogy nem kizárólag a szilva-levélbolha (*Cacopsylla pruni*) a *Ca. Phytoplasma prunorum* lehetséges vektora. A begyűjtött *Cacopsylla* és *Trioza* fajok nagyarányú előfordulása pedig elgondolkodtató lehet annak irányába, hogy ezek vajon vektorai-e a kórokozónak, illetve idővel azzá válhatnak-e?

Láthatóan összetett problémáról van szó, amelyből a kutatásom csak egy parányi, de annál fontosabb részét próbálja megvilágítani. A Gönci termőtájban, kajszibarack ültetvényben és közvetlen környezetében előforduló levélbolhák vizsgálata fontos lehet a jövőben. A szilva-levélbolha igazoltan

átviszi a kórokozót, így nem kizárt, hogy a jövőben újabb vektorok jelenjenek meg a *Cacopsylla* vagy akár más levélbolha családokból.

## **A tőkeművelésmód, a sorirány és a fitotechnika hatása a szőlő lombozatának mikroklimatikus tulajdonságaira**

### **The effect of training system, row direction and canopy management on the microclimatic attributes of grapevine's canopy**

**\*Nagy Attila<sup>1</sup> – Bodor Péter<sup>1</sup> – Koch Csaba<sup>2</sup> – Bálo Borbála<sup>1</sup>**

\*nagy.attila@kertk.szie.hu

<sup>1</sup>Szőlészeti Tanszék, Szent István Egyetem, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

<sup>2</sup>Koch Borászat Kft., 6445 Borota, V. ker. 5

#### **Összefoglalás**

A szőlőtermesztés egyik legnagyobb kihívása a klímaváltozás: a szélsőséges időjárási eseményeket hagyományos módon egyre nehezebb kivédeni. A magas minőség és a gazdaságos termésmennyiség érdekében szükséges olyan eljárások, technológiák kifejlesztése, melyekkel a jövőben is biztosítható a termelés. Ehhez ismernünk kell az ültetvényben meglévő környezeti feltételeket, illetve a tőkék mikroklimatikus adottságait. A meglévő technológiák továbbfejlesztésén túl a precíziós gazdálkodásban használt eszközök szőlészeti alkalmazása jelenthet erre megoldást.

Kísérletünk során arra kerestük a választ, hogy a tőkeművelésmódok, a sorirányok és a fitotechnika hogyan befolyásolják a fürtzóna mikroklimáját, a *Vitis vinifera* L. Csereszgyi fűszeres fajta esetén. Alkalmunk nyílt rá, hogy egy művelésmód-kísérlet keretében a Sylvoz művelés és annak egy továbbfejlesztett változatát vizsgáljuk ÉNY-DK-i, illetve ÉK-DNy-i tájolású sorokban. Emellett a levélritkítás fürtzónára gyakorolt hatását is megismerjük. A kutatás során több eszközzel monitorozhattuk a lombozat, valamint a fürtök hőmérsékleti viszonyait. A szüreti minták paramétereinek mérésével a termés hozamról és a minőségről nyertünk hasznos információkat.

Az eredmények alapján a gyakorlatban is alkalmazható, ajánlható termesztéstechnológiai ismeretek átadására nyílik lehetőség. Ezek alapján ajánlásokat lehet tenni, hogy az adott ökológiai feltételek mellett a szőlősorokat milyen tájolással érdemes telepíteni, a Sylvoz művelésmódot érdemes-e módosítani, illetve a minőségi szőlőtermesztés során alkalmazott levélritkítás a szélsőségesen meleg időjárás esetén is megőrzi-e előnyös tulajdonságait.

#### **Kulcsszavak**

*Szőlő, lombozat, levélritkítás, hőmérséklet, sorirány*

## 1. Bevezetés, a munka célja

A klímaváltozás következtében egyre szélsőségesebbé váló időjárás mind nehezebb feladatok elé állítja a szőlőtermesztőket. A forró, száraz nyarak következtében a magas minőségű termés, különösen az illatos borszőlőfajták termesztése esetén problémás, ugyanis aszályos körülmények között a fürtök sav-cukor aránya kedvezőtlen irányba tolódik, továbbá az illatanyagok, zamatok képződése sem megfelelő. Ezért kiemelten fontos az olyan termesztéstechnológiai újítások feltérképezése, amelyek a minőségi szőlőtermesztést segítik a megváltozott időjárási körülmények mellett.

A hagyományos megfigyeléseken alapuló módszerek napjainkban már nem elegendők, a részletes vizsgálatokhoz időszerű a precíziós gazdálkodásban használható technológiák segítségével hívása (Szobonya et al., 2017). A lombozatban elhelyezkedő fürtök kedvező mikroklímájának kialakulását több módon is befolyásolhatjuk, ezek az eljárások már ismertek. Gyakran azonban nem állnak rendelkezésre pontos információk ezek közvetlen hatásáról. Erre jelent megoldást az olyan eszközök, valamint eljárások használata, melyek pontos képet adnak a növény víz-, illetve hőháztartásáról. Ahogy a lombozat és a fürtzóna hőmérsékletének mérése alapján értékes információkhoz juthatunk a növény anyagcseréjéről és vízgazdálkodásáról, úgy az alkalmazott termesztéstechnológia hatásairól, előnyeiről (vagy akár hátrányairól) is.

Korábbi megfigyeléseink alapján úgy találtuk, hogy amennyiben a levélritkítást követően egy árnyéklevél közvetlenül napfényre kerül, már 10 másodperc alatt 5 Celsius fokkal nőhet a felület hőmérséklete. A környezeti hatások ilyen erős változására a növénynek nincs elég ideje károsodás nélkül alkalmazkodni. Kutatásunk során arra kerestük a választ, hogy egy szőlőültetvény lombozatának, így fürtzónájának mikroklimatikus tulajdonságai hogyan módosulnak különböző termesztéstechnológiai feltételek mellett.

## 2. Irodalmi áttekintés

A levélritkítás a fürtök körüli levelek eltávolítását jelenti. Elvégzése több időpontban is történhet: virágzáskor (illetve közvetlenül előtte), a bogyók zöldborsó nagyságának elérésekor, valamint zsendüléskor. A szüretet megelőző levélritkításnak a minőségre már csak annyi befolyása van, hogy a fürtök hamarabbi száradása miatt alacsonyabb a botritisz fellépésének kockázata.



**1. ábra:** Jól megfigyelhető a hagyományos (balra) és a módosított (jobbra) Sylvoz-művelés közötti különbség (Borota, 2018).

Általában 1-2, esetenként (fajtától függően) 2-3 levelet is eltávolítunk hajtásonként. Ez alapján látható, hogy a művelet kézimunkaigénye igen nagy: 70 óra hektáronként (géppel végezve mindössze heted ennyi időráfordításra van szükség) (Bauer, 2003).

Virágzáskor a termékenyülés és a magkezdemények fejlődése rendkívül sok energiát igényel. A virágzó fürtöket a velük átellenes oldalon lévő levelek látják el asszimilátákkal (Vasconcelos és Castagnoli, 1996), a kötődés mértékét pedig a növény által előállított tápanyagok mennyisége befolyásolja (Caspari, 1998). Ha a virágzást megelőzően, annak kezdetén a fürtök körüli levelek eltávolításra kerülnek, csökken a szénhidrát ellátás. Így a hiányos kötődés végső soron lazább fürtök kialakulásában realizálódik (Coombe, 1959; Sabbatini, 2011), ezáltal fürtrítítás céljából is alkalmazható eljárás (Gatti et al, 2012). Jellemzően a nagyfürtű fajtáknál alkalmazzák terméskorlátozásra (Poni et al, 2006; Sabbatini és Howell, 2010) a minőségi javulás, jobb beltartalmi mutatók érdekében (Petgen és Götz, 2016; Petgen, 2017).

A fürtzóna páratartalma, a magas hőmérséklet, vagy ezek kombinációja hatással van a bogyókutikula vastagságára (Percival et al, 1994). Ha zöldborsó méretű bogyónagyság idején távolítjuk el a leveleket, nagyfokú UV-sugárzás éri a fürtöket. A szőlő erre a stresszre reagálva vastagabb kutikularéteget hoz létre, ami ellenállóbbá teszi a fürtöt a botrítisszel szemben. Az ekkor elvégzett levélritkítás már nem befolyásolja a bogyók számát, így a termésmennyiséget sem (Howell, 1994).

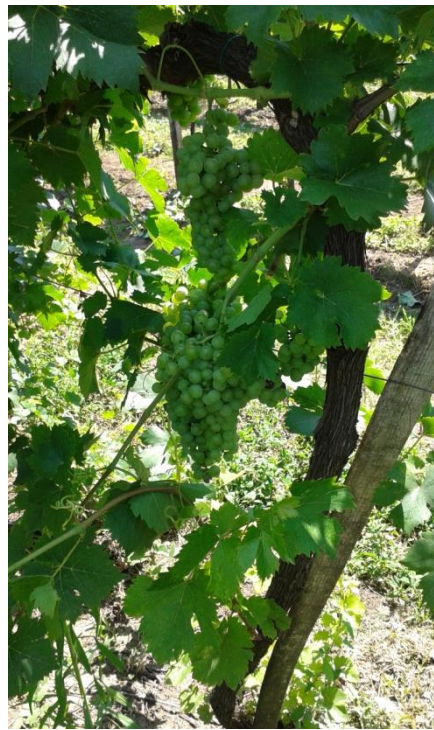
A fürtzóna mikroklímáját a zsendüléskori lelevelezéssel is javíthatjuk, ugyanis az ebben az időben kivitelezett kezelés már nem indukál jelentős oldalirányú hajtásnövekedést (Kliewer és Fuller, 1973). Az ebben az időszakban elvégzett munka már nem jelent számottevő lombvesztést, ugyanis

az eltávolítandó levelek javarészt öregek, sárgulnak, fotoszintetikus aktivitásuk alacsonyabb. Ilyenkor olyan leveleket érdemes eltávolítani, amelyek nem takarják a közvetlen napsugárzástól a fürtöt, ellenkező esetben komoly napperzselésre számíthatunk (Fox, 2000; Zanathy és Lőrincz, 2011; Redl, 2008).

A sorok tájolása és a lombozat szerkezete a fürtök mellett az egész növényre hatással vannak. Korábbi munkák kifejezetten a sorirány és a szőlőnövény fiziológiai tulajdonságainak összefüggéseit vizsgálták (Hunter et al., 2016), illetve azt, hogy a magas lombhőmérséklet következtében a levelek szöveteiben visszafordíthatatlan károsodás következik be (Costa et al., 2013).

### 3. Vizsgált anyagok és alkalmazott módszerek

A kísérletet 2018. júliusában kezdtük, Borotán (Magyarország, Hajós-Bajai borvidék) a Koch Borászat Kft.-nél. A kijelölt tőkék két sorirányban (ÉNY-DK, ÉK-DNy), kétféle művelésmódon vannak művelve (Sylvoz-művelésmód, illetve annak módosított változata: ebben a formában a szálvesszők hajtástartó huzalpárok közé befűzése nem történik meg, szabadon lengenek a Moser-féle művelésmódhoz hasonlóan) (1. ábra).



**2. ábra:** A fürtzóna a levélrítkítás előtt és után (Borota, 2018).

A választott tőkéken levélritkítást végeztünk a zsendülés kezdetén (BBCH 77). A levelek a fürtökkel szemben és közvetlenül azok felett, illetve alatt lettek eltávolítva (**2. ábra**). Mivel ilyenkor a bogyóhéj vastagodásával már nem számolunk, hogy a fürtök napégését elkerüljük, a leveleket a sorok azon oldaláról szedtük le, ahol a napsütés kevésbé érte.

A fűrthőmérséklet mérése szintén ezen az oldalon történt. A kontroll tőkék az azonos sorokból lettek kijelölve. A fajta Cserszegi fűszeres (*Vitis vinifera* L.). A lombozat mikroklímáját a kelet-nyugati sorokban volt lehetőség mérni, ehhez egy-egy Sylvoz- és módosított-Sylvoz művelésű tőkén helyeztük el az *EasyLog EL USB 2* típusú (Lascar Eletronics) adatvevő egységből egyet-egyet. Így a hőmérséklet, a relatív páratartalom és a harmatpont mérésére volt lehetőség, 5 perces bontásokban, egy hónapon keresztül. A fürtök hőmérsékletét *Ebro TFI 600* típusú kézi hőmérővel mértük. A mérést a kísérlet beállításakor két alkalommal, egymáshoz képest rövid időn belül végeztük: a levelek eltávolítása előtt, majd rögtön utána. Így a levélritkítás közvetlen hatását tudjuk vizsgálni a hőmérséklet tekintetében. A már elvégzett kezelés következtében tapasztalható hőmérsékleti különbségek megállapítását az augusztusi, második mérés segítette. Míg júliusban a levélritkítás előtti mérés (mivel a kezelést még nem végeztük el) egyúttal kontrollnak is számított, azonban augusztusban a kezeléshatás vizsgálatának érdekében kontrolltökéket is kijelöltünk. Augusztusban a fűrthőmérsékletet ismételt mérésére került sor.

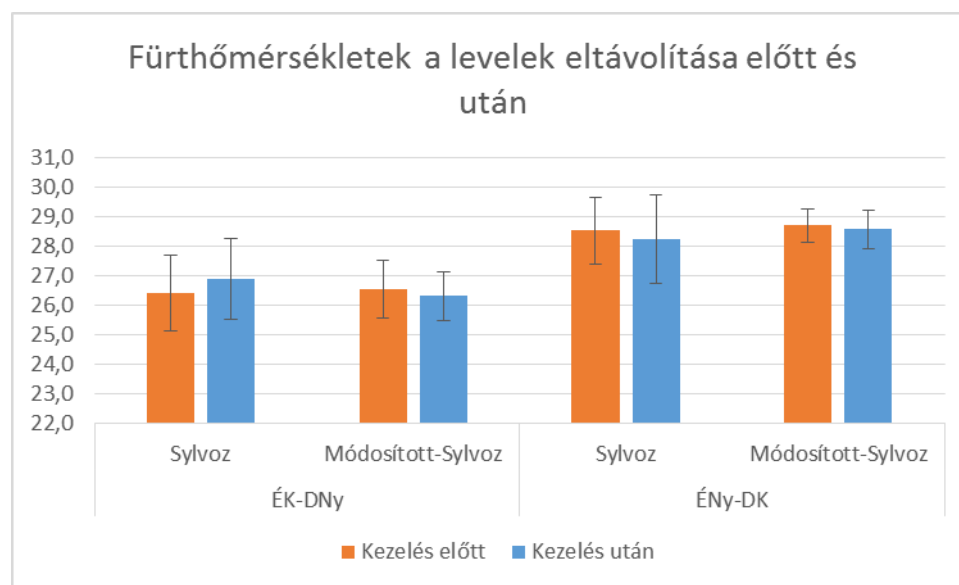
A fürtök néhány tulajdonságának vizsgálatához az augusztusi mérések után gyűjtöttünk mintát. Ehhez a két sorirányból, mindkét művelésmódról lelevelezett és kontroll tőkékről is szedtünk a fajtára jellemző méretű fürtökből 3-3 darabot (vagyis összesen 24-et). A mintákat mérlegen megmértük, hogy megállapíthassuk, a sorirány, a művelésmód, illetve a kezelés mennyiben befolyásolja a fürtátlagtömeget, illetve a bogyók tömegét. Ugyanezeket a hatásokat kívántuk vizsgálni, amikor a bogyókból kipréselt must Brix értékét mértük (*Atago Pocket Refractometer Pal-1*).

#### 4. Kísérleti eredmények és kiértékelésük

A kísérletünk során arra kerestük a választ, hogyan hat a fűrthőmérsékletére, a fürtök tulajdonságaira a levelek eltávolítása eltérő sorirány, művelésmódok és levélritkítás esetén. A korábban elvégzett méréseink során azt tapasztaltuk, hogy a fürtök esetében a hőmérsékleti viszonyok a levélritkítás következtében csökkenek (szemben a fentebb már érintett árnyéklevelek napfényre kerülésének esetével). Ennek magyarázata az, hogy a fürtöket a levegő könnyebben átjárja. Borotán csaknem minden esetben ugyanezzel szembesültünk (**3. ábra**). Júliusban a beavatkozás elvégzése után egyetlen esetben, az ÉK-DNy-i sorirány hagyományos Sylvoz-művelésmódú tőkéinél emelkedett a



hőmérséklet, átlagosan 0,5 °C fokkal, ami jelentősnek tekinthető. Azonban szükséges megemlíteni, hogy a szórások is ennél a művelésmódnál a legmagasabbak (tájolástól függetlenül is). A másik három esetben a fűtők körüli levelek eltávolítása hőmérséklet-csökkenést eredményezett. A ÉK-DNy-i sorirányú módosított-Sylvoz művelésű tőkéken átlagosan 0,2 °C fokkal, az ÉNY-DK-i tájolású Sylvoz-tőkéken 0,3 °C fokkal, a módosított művelésmódú egyedek esetén pedig mindössze 0,1 °C fokkal csökkent a fűtzóna hőmérséklete. Itt szükséges felhívunk a figyelmet, hogy ezek az értékek elhanyagolhatónak tűnnek, azonban a beavatkozás előtti és utáni mérések között rendkívül kevés idő telt el. A hagyományos Sylvoz-művelés során a levelek eltávolítása átlagosan 2,5 percet, a módosított-Sylvoz művelésmód esetén pedig 2,4 percet vett igénybe. Ez egy tőkére vetítve viszonylag rövid idő, ültetvényszinten azonban jelentős. A levélrítítás időigényessége miatt a két sorirány közötti különbség értelmezése ebben az esetben helytelen lenne, ugyanis az idő elteltével a léghőmérséklet is emelkedett.



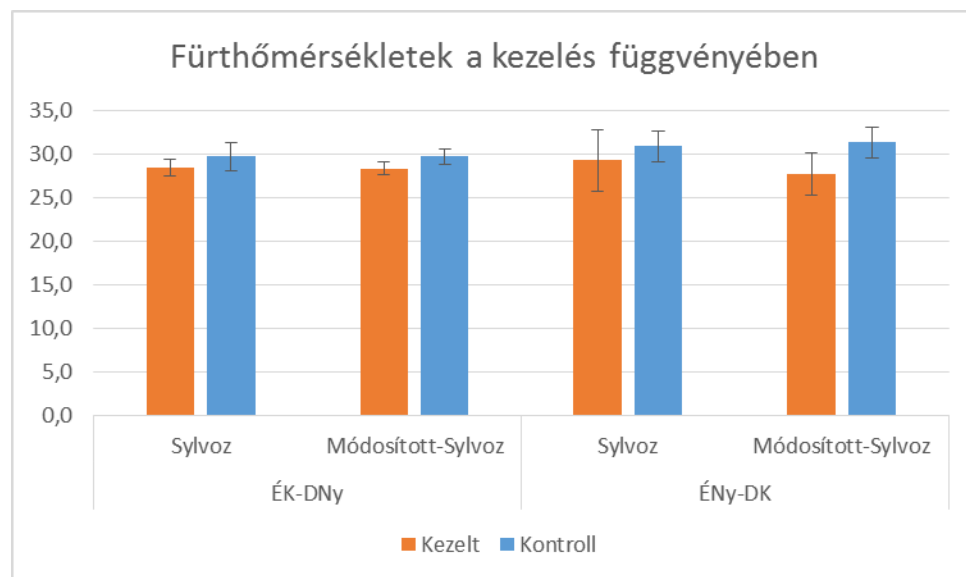
**3. ábra:** A fűtzóna hőmérsékletének változása a levélrítítás következtében (°C, Borota, 2018. július)

Erre az összehasonlításra az augusztusi eredmények adnak lehetőséget. Itt már szembetűnő a levélrítítás hatása a fűtzóna mikroklimájára. Mivel a kezelt és a kontroll tőkék mérése mindkét sorirányban közel egy óra alatt elvégzésre került, nem csak a beavatkozással elért hőmérséklet-változást, de a tájolás és a művelésmódok közötti különbségeket is megfigyelhetjük. Ha a lelevelezés hatását tekintjük, minden esetben jelentősen csökkent értékekkel találkozunk a kezeletlenekhez képest (4. ábra).



Az ÉK-DNy-i sorirány levélritkított Sylvoz tőkén átlagosan 28,5 °C-os hőmérsékletet mértünk, a kontroll tőkén ennél 1,2 °C fokkal többet. A módosított Sylvoz művelés esetén (28,4 °C) ugyanezt tapasztaljuk: az eltérés 1,4 °C a kezelték javára. A kontroll tőkénél ennek pontosan a fordítottját vehetjük észre: az ÉK-DNy-i tájolású hagyományos Sylvoz művelésnél 0,1 °C-szal, az ÉNY-DK-i tájolásnál pedig 0,5 °C-szal alacsonyabb a hőmérséklet a módosított változathoz képest. Ezek alapján kijelenthető, hogy az ÉK-DNy-i tájolás során a két művelésmód között nincs jelentős eltérés (mindössze 0,1 °C), különbségek a kezelés hatására állapíthatóak meg.

Ez a tendencia érvényesül az ÉNY-DK-i sorirányt vizsgálva is, azonban - különösen a módosított Sylvoz tőkék esetén – markánsabban. Itt ugyanis a levelek eltávolítása átlagosan 3,7 °C-os csökkenést jelentett (a kontroll tőkék jellemző hőmérséklete a fűrtzónában 31,4 °C; míg a kezeltéknél 27,7 °C). A Sylvoz-művelésű tőkék fűrtzónájában a lelevelezés 1,6 °C-ot javított (levélritkított: 29,3 °C; kontroll: 30,9 °C). Az illatos fajták esetén, amilyen a Cserszegi fűszeres is, lényeges, hogy a fűrtökben a savak és az aromaanyagok a magas hőmérséklet és az erős napsugárzás hatására ne károsodjanak. A művelésmódokat összehasonlítva azt tapasztaljuk, hogy levélritkított tőkék közül a módosított változat esetén alacsonyabb a fűrtzóna hőmérséklete.



**4. ábra:** Eltérő hőmérsékleti viszonyok a levélritkított, illetve a kezelésben nem részesült tőkék esetében (°C, Borota, 2018. augusztus)

A két sorirányt összehasonlítva az eredmények azt sugallják, hogy általában az ÉK-DNy-i sorirány esetén számíthatunk alacsonyabb hőmérsékleti értékekre. Ez a Nap járását tekintve érhető, de szembe tűnik, hogy a kezelés esetén a tőkék még az ÉNY-DK-i sorokban is „jobban teljesítenek”, mint az ÉK-DNy-i kezeletlenek. Ráadásul ebben a sorirányban fordult elő mind közül a legalacsonyabb hőmérsékleti érték is (módosított Sylvoz, 27,7 °C). Emellett azt is érdemes megjegyezni, hogy az ugyanilyen tájolású és művelésmódú tőkéken melegednek fel a legjobban a fürtök, ha nem végezzük el a kezelést.

Közvetlenül az ültetvényben lehetőség nyílt a fürtök és bogyók átlagtömegeinek, illetve a bogyók Brix-tartalmának mérésére.

**1. táblázat:** A tőkeművelésmód hatása a fürtök átlagos tömegére (g, Borota, 2018. augusztus 8.)

|        | Módosított-<br>Sylvoz, Levélritkítás | Sylvoz,<br>Levélritkítás | Módosított-<br>Sylvoz, Kontroll | Sylvoz,<br>Kontroll |
|--------|--------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|---------------------|
| ÉK-DNy | 336                                  | 350                      | 277                             | 246                 |
| ÉNY-DK | 345                                  | 240                      | 219                             | 307                 |

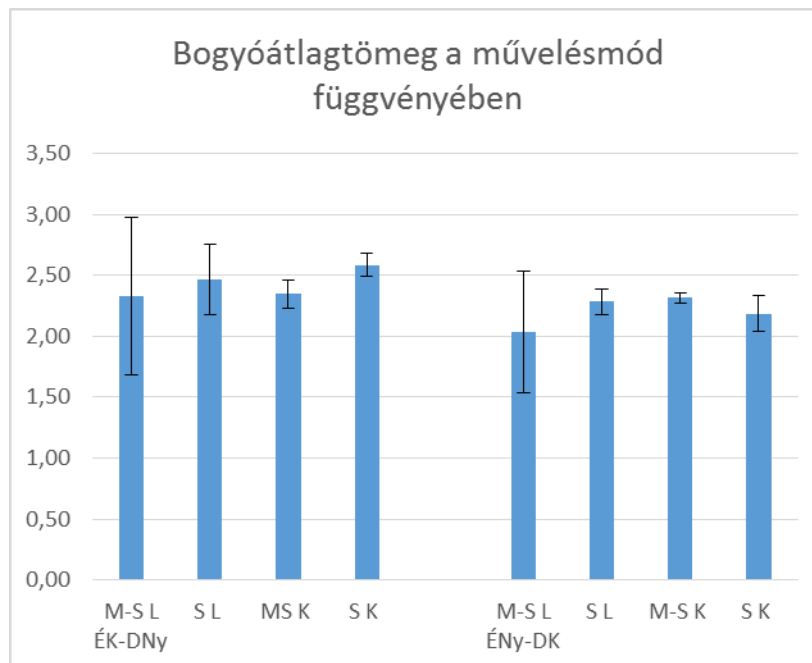
A fajtára jellemző fürtátlagtömeg 150 g, a bogyók átlagtömege pedig 1,8 g (Tóth – Pernes, 2001; Bényei – Lőrincz, 2005).

A fürt átlagtömegek vizsgálatakor azt tapasztaltuk, hogy soriránytól, művelésmódtól és kezeléstől függetlenül is minden esetben a fajtaleírásokban hivatkozottaknál jóval magasabb eredményeket kaptunk (**1. táblázat**). Az ÉK-DNy-i soriránynál a művelésmódok között nincs jelentős különbség sem a kontroll tőkék (az eltérés 31 g), sem a levélritkítás tekintetében (14 g a különbség). A kezelések esetében ez már nem mondható el, a levélritkítás hatására a fajtaleírások által hivatkozott fürt átlagtömeg dupláját kaptuk a kezeletlenekhez viszonyítva. Emellett a kontrollok esetében is 100 g-mal nagyobb fürtöket mértünk, mint amit a fajtaleírások sugallnak.

A fentiekkel szemben egészen más eredményre jutottunk az ÉNY-DK-i sorirányt tekintve: igen nagy eltérések tapasztalhatók a művelésmód és a kezelés tekintetében is. A legnagyobb tömeget a levélritkított módosított Sylvoz tőkék, míg a legkisebbet ugyanezen művelésmód kontrollja esetében kaptuk. A második legnagyobb érték pedig a Sylvoz művelés kontrolljai között jelent meg, ezt követte a kezeletlenek köre.

Ha a sorok közötti különbséget nézzük, nem jelenthető ki egyértelmű különbség egyik tájolás javára sem. A lelevelezett módosított Sylvoz művelés mindkét sorirányban hasonló értékeket produkált

(mindössze 9 g az eltérés). A kontrollok esetében már kicsit nagyobb a különbség: 58 g. Ugyanez nem teljesen így jelentkezik a hagyományos Sylvoz művelésnél: a levélrítítás során átlagosan 110 g-mal nagyobb fürtök termettek az ÉK-DNy-i sorirányban, míg a kontroll tőkénél ellenkező a tendencia: az ÉNY-DK-i tájolású soron 61 g-mal nehezebb a termés.

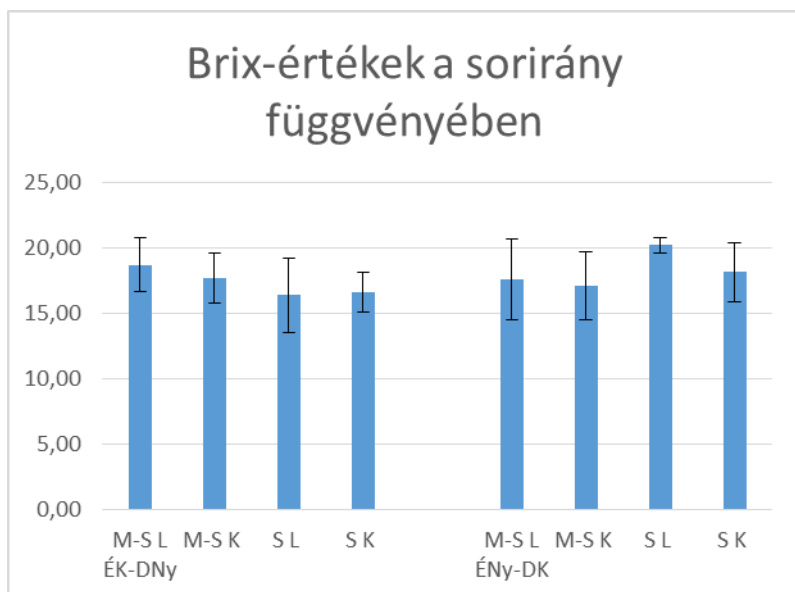


**5. ábra:** A művelésmód hatása a bogyók átlagos tömegére (g, Borota, 2018. augusztus 8.)

A bogyó átlagtömegek (**5. ábra**) esetén a két művelésmód között a levélrítítás hatására nincs különbség az ÉK-DNy-i soriránynál, ahogy a kontroll tőkék esetén sem. Az ÉNY-DK-i sorirányt vizsgálva a levélrítítás hatására a két művelésmód között nincs különbség, ahogy a kontrollok között sem találtunk eltérést. Ha a levélrítított módosított Sylvoz tőkét nézzük, azt látjuk, hogy a sorirány nem befolyásolja a bogyók átlagos tömegét. Ugyanez igaz a Sylvoz művelésmód esetén is. A kontroll tőkéről szedett bogyómintáknál az állapítható meg, hogy a módosított Sylvoz tőkénél nincs eltérés, azonban a hagyományos Sylvoz tőkeformákon kicsit nagyobb tömegű bogyók fejlődnek az ÉK-DNy-i irányú sorokban. A legnagyobb különbség 0,55 g: a levélrítított módosított Sylvoz tőkék bogyói 2,04 g tömegűek, míg a kontroll Sylvoz bogyói 2,59 g-t nyomnak.

A Brix értékek esetén azt tapasztaltuk, hogy a művelésmódtól, a levélrítítás elvégzésétől és a soriránytól függően az átlagos értékek 16,39 °Bx és 20,24 °Bx közé esnek. Érdekes, hogy ez a két

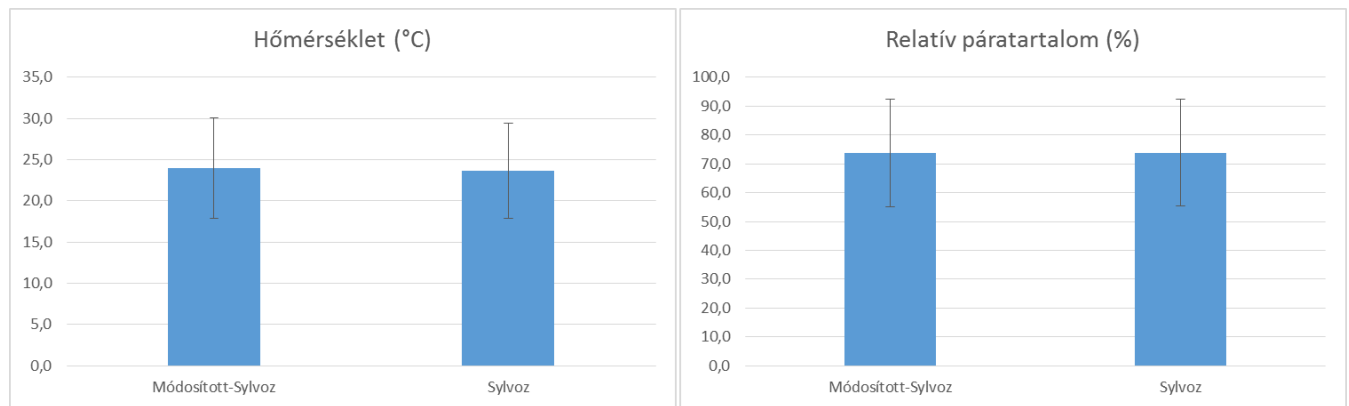
érték éppen ugyanahhoz a művelésmódhoz (hagyományos Sylvoz-művelés) és kezeléshez (lelevelezés) tartozik, a különbség a sorirányból adódott, a jobb megvilágítottságú ÉNY-DK-i javára (**6. ábra**). Sorirány tekintetében is hasonló kettősséget tudunk megállapítani: az ÉNY-DK-i sorirány esetén kezeléstől függetlenül a hagyományos Sylvoz-művelésű tőkékről szedtünk magasabb szárazanyag-tartalmú fürtöket (kezelt: 20,24 °Bx; kontroll: 18,14 °Bx). Ezzel szemben az ÉK-DNy-i sorirányban ez a pozitív hatás a módosított Sylvoz-művelésű tőkéknél adódott (kezelt: 18,7 °Bx; kontroll: 17,72 °Bx).



**6. ábra:** A tájolás hatása a Brix-tartalomra (°Bx, Borota, 2018. augusztus 8.)

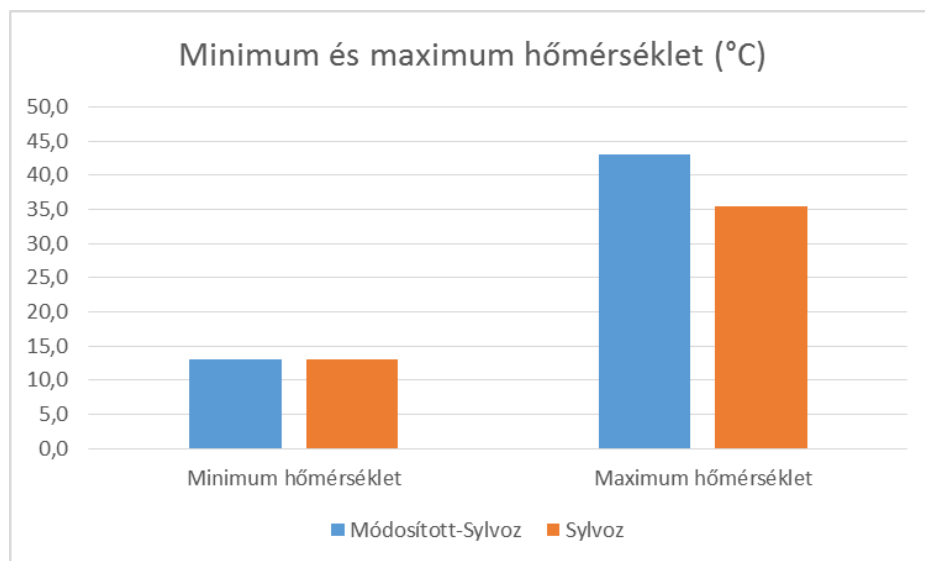
Ha a szórásokat tekintjük, az előző bekezdés elején tett megállapítás ismét megjelenik: a legkisebb szórást az ÉNY-DK-i sorirányú levélritkított Sylvoz művelésű tőkék esetén kaptuk (0,59 °Bx). Ugyanakkor csak a második legnagyobb szórást mutattuk ki ugyanezen feltételek mellett, ÉK-DNy-i soriránynál (2,82 °Bx). A legnagyobb eltérést a levélritkított ÉNY-DK-i sorirányú módosított Sylvoz művelés adta, 3,08 °Brix-szel.

A lombozat mikroklímáját monitorozó egy-egy darab adatvevő egység egy hónapig volt kihelyezve az ÉK-DNy-i sorirány közvetlenül egymás melletti soraiban található módosított- és hagyományosan művelt Sylvoz művelésű tőkéire. Így lehetőség nyílt a hőmérsékletek és a relatív páratartalom értékek közötti különbségek feltárására a két művelésmód esetén. Amint a **7. ábra** is szemlélteti, nincs különbség sem a hőmérséklet (módosított Sylvoz: 23,9 °C; hagyományos Sylvoz: 23,7 °C), sem a relatív páratartalom tekintetében (módosított Sylvoz: 73,7 %; hagyományos Sylvoz: 73,9 %).



**7. ábra:** A hőmérséklet és a relatív páratartalom alakulása az ÉK-DNy-i sorirányban a két tőkeművelésmódon (Borota, 2018. július-augusztus)

Sokkal erőteljesebb különbséget állapíthatunk meg, ha a maximum értékeket tekintjük. Amíg a legalacsonyabb mért hőmérséklet 13 °C volt mindkét művelésmódon, addig a legmagasabb értékek között 7,5 °C különbség adódott. A módosított Sylvoz tőke lombozatában mért maximum-érték 43 °C, a hagyományos Sylvoz tőkén mért ezzel szemben „csak” 35,5 °C. Ennek magyarázata az lehet, hogy noha a módosított változat lombozata jóval nagyobb (így több árnyékra számítunk), a hagyományos tőkeforma lombozata vékonyabb, ezáltal a légmozgás hűtő hatása is jobban érvényesül (**8. ábra**).



**8. ábra:** A minimum és maximum hőmérsékleti értékek alakulása az ÉK-DNy-i sorirányban a két tőkeművelésmódon (Borota, 2018. július-augusztus)

## 5. Következtetések

A kutatás alapján pontos képet kaptunk a különböző lomb­sűrűségű, eltérő sorirányú, illetve levélritkítással kezelt (és kezeletlen) tőkék lomb­ozatának, valamint fürtzónájának mikroklímájáról. Eredményeink alapján a következő megállapításokat tehetjük:

- A levélritkítás következtében a fürtzóna hőmérséklete kezdetben nőhet, de később alacsonyabb lesz a kezeletlen tőkéken mérthez képest.
- Az ÉK-DNy-i sorirányban alacsonyabbak a hőmérsékleti értékek.
- A hőmérsékleti adatok alapján azt a megállapítást tehetjük, hogy a levélritkítás legerősebb hatása az ÉNY-DK-i sorirány módosított Sylvoz művelésű tőkén mutatkozik.
- A Sylvoz művelésmódnak mind a hagyományos, mind a módosított változata esetén a Cserszegi fűszeres fajta fürtjei a fajtaleírásokban szereplő adatokhoz képest jóval magasabbak. Ez elsősorban a termőhely talajadottságainak köszönhető, mivel a borotai területen a lepel homok alatt gazdag fekete föld található.
- A levélritkítás a legtöbb esetben magasabb szárazanyag-tartalmat eredményezett a kontrollhoz képest.
- Az ÉNY-DK-i sorirányban a hagyományos Sylvoz művelés, az ÉK-DNy-i tájolású sorokban a módosított Sylvoz művelés esetén mértünk magasabb Brix-értékeket.
- Az ÉK-DNy-i sorokban a hőmérsékleti átlagok és a minimum-értékek megegyeztek a két művelésmód esetén, azonban a maximum-értékek a módosított Sylvoz művelésű tőkén kiugróan magasak voltak.

Az eredmények fényében megállapítható, hogy a zsendülés­kori levélritkítás növeli a must cukortartalmát, illetve kedvezőbb klímát alakíthatunk ki általa a lomb­ozatban. A művelésmód megválasztása tekintetében a sorok tájolása a meghatározó: ÉNY-DK-i sorirány mellett a hagyományos, míg ÉK-DNy-i sorirányra telepítve a módosított Sylvoz művelésmódú tőkékről szüretelhetünk magasabb minőségű termést.

## 6. Irodalomjegyzék:

Bauer, P. (2003): Maschinelle Entblätterung der Traubenzone – Funktionsprinzip verschiedener Entlauber. Der Landbote, Helf 38: 36-38.p.

Bényei, F., Lőrincz, A. (2005): Borszőlőfajták, csemegeszlő-fajták és alanyok - Fajtaismeret és használat. Mezőgazda Kiadó.

Caspari, W., Lang, A., Alspach, P. (1998): Effects of girdling and leaf removal on fruit set and vegetative growth in grape. *American Journal of Enology and Viticulture*, 49: 359-366.

Coombe, G. (1959): Fruit set and development in seeded grape varieties as affected by defoliation, topping, girdling and other treatments. *American Journal of Enology and Viticulture*, 10 (2): 85-100.p.

Costa, J.M., Grant, O.M., Chaves, M.M. (2013): Thermography to explore plant–environment interactions. *Journal of Experimental Botany* 64 (13): 3937–3949.

Fox, R. (2000): Auslichtung der Traubenzone. *Rebe und Wein*, 6: 248-251.p.

Gatti, M., Bernizzoni, F., Civardi, S., Poni, S. (2012): Effects of cluster thinning and preflowering leaf removal on growth and grape composition in cv. Sangiovese. *American Journal of Enology and Viticulture*, 63: 325-332.

Howell, S. – Candolfi-Vasconcelos, C. – Koblet, W. (1994): Response of Pinot noir grapevine growth, yield, and fruit composition to defoliation the previous growing season. *American Journal of Enology and Viticulture* 45: 188-191.

Hunter, J. J.; Volschenk, C. G.; Zorer, R. (2016): Vineyard row orientation of *Vitis vinifera* L. cv. Shiraz/101-14 Mgt: Climatic profiles and vine physiological status. *Agricultural and Forest Meteorology*, 228: 104-119.

. Kliewer, M., Fuller, D. (1973): Effect of time and severity of defoliation on growth of roots, trunk, and shoots of 'Thompson seedless' grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture* 24: 59-64.

Percival, C. – Fisher, H. – Sullivan, A. (1994): Use of fruit zone leaf removal with *Vitis vinifera* L. cv. Riesling grapevines. II. Effect on fruit composition, yield, and occurrence of bunch rot (*Botrytis cinerea* Pers.:Fr.). *American Journal of Enology and Viticulture* 45: 133-140.p.

Petgen, M., Götz, G. (2016): Immer wieder aktuell – Entblätterungsmaßnahmen im Weinberg. Available at: <http://www.dlr-mosel.rlp.de/Internet/global/themen.nsf/59cc5a1fc9c7e89ec1256fa50045969a/bb9860b855842c99c1257020002773f9?OpenDocument> (2017. 06. 21.)

Petgen, M. (2017): Möglichkeiten und Grenzer Ertragsregulierung – Wie flexibel reagiert die Rebe. Available at: [https://www.google.hu/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiRpuO\\_gs\\_UAhVTsBQKHcVeA\\_UQFggiMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.weincampus-](https://www.google.hu/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiRpuO_gs_UAhVTsBQKHcVeA_UQFggiMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.weincampus-)

neustadt.de%2Ffileadmin%2Fuser\_upload%2Ffiles%2Fveranstaltungen%2FQualitaet\_Petgen.pdf&usg=AFQjCNE4VOQOXfsRLmiiAa1gZFzEQoROgA (2017. 06. 21.)

Poni, S., Casalini, L., Bernizzoni, F., Civardi, S., Intreri, C. (2006): Effects of early defoliation on shoot photosynthesis, yield components, and grape composition. *American Journal of Enology and Viticulture*, 54: 397-407.

Redl, H. (2008): Teilweise Entblätterung im basalen Triebbereich. *Der Winzer* 6: 18-22.

Sabbatini, P., Howell, S. (2010): Effects of early defoliation on yield, fruit composition, and harvest season cluster rot complex of grapevines. *HortScience*, 45: 1804-1808.

Sabbatini, P. (2011): Early leaf removal to improve crop control, cluster morphology and berry quality in vinifera grapes. Michigan Grape Wine Industry Council 2011. Research Report, 1-6.

Szobonya, N., Bálo, B., Koch, Cs., Jung, A., Vanek, B. (2017): Agrárinformatika a precíziós szőlőtermesztésben. *Precíziós Gazdálkodás konferencia kiadvány*, 40-41.

Tóth, I., Pernes, Gy. (2001): Szőlőfajták. Mezőgazda Kiadó.

Vasconcelos, C., Castagnoli, S. (1996): Leaf canopy structure and vine performance. *American Journal of Enology and Viticulture*, 51 (4): 390-396.

Zanathy G. – Lőrincz A. (2001): Levélritkítás a fűrtzónában, *Borászati füzetek (Kutatás)*, 6: 12-16.p.



## **Nagy hidrosztatikai nyomás hatása *Tenebrio molitor* lárva por előállíthatóságára**

### **Effect of the high hydrostatic pressure for the processing of *Tenebrio molitor* larvae powder**

***Pintér Richárd<sup>1</sup> - Dr. Szerdahelyi Emőke<sup>2</sup> - Dr. Takács Krisztina<sup>2</sup> – Pintér-Nagy Orsolya<sup>1</sup>***

pinterichard@gmail.com

<sup>1</sup>Hűtő- és Állattermék Technológiai Tanszék, 1118, Budapest, Ménesi út 43-45

<sup>2</sup>Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ, Élelmiszer-tudományi Kutatóintézet, Biológia Osztály, 1022 Budapest, Herman O. u. 15.

#### **Összefoglalás**

Új alapanyagok, mint a rovarok, ipari célú hasznosítása, a ránk váró környezeti változások tükrében megoldást jelenthetnek az alkalmazkodó képességünk növelése és a nem kívánt hatások mérséklésére. Azonban ez az iparág még gyermekcipőben jár, így feltérképezésre szorul és az alkalmazható technológiák vizsgálatát igényli. Nagy hidrosztatikai nyomás hatásának vizsgálata ígéretes technológiának tűnik, a rovarok előkezelésében por előállítás érdekében. A rovar alkotóinak különválasztása és nem látható formában való kínálása a takarmány és élelmiszer gyártóknak könnyebb felhasználhatóságot biztosíthat. A 400 MPa-os nyomáskezelés a főzéssel szemben változást gyakorol a por termék színére és száradási sebességére, aminek leírása további kutatásokat kíván.

***Kulcszavak:*** HHP, *Tenebrio molitor*, szín

#### **1. Bevezetés, a munka célja**

A Föld népességének radikális növekedése elvárja a kutatóktól az új, biztonságos és fenntartható tápanyagforrások lehetőségeinek feltérképezését. Az egyik irány a rovarok felhasználása lehet. Szerves melléktermékek felhasználásával tenyésztethetők kiemelkedő hatékonysággal amellet, hogy ökológiai lábnyomuk kicsi, szemben a hagyományos vágóállatok tenyésztésével. Állati eredetű fehérjékben és zsírokban gazdagok, így megfelelőnek tűnnek a jövőt veszélyeztető változások enyhítésére. A rovarok hasznosításában nagy lehetőség rejlik mind a takarmány-, mind pedig az élelmiszeripar számára. Azonban a feldolgozás technológiák még nem kiforrottak (Huis 2013). A HHP olyan kíméletes kezelést tesz lehetővé, amely a kezelt élelmiszerek és élelmiszer összetevők érzékszervi tulajdonságait csak kis mértékben befolyásolják, amellet, hogy a mikroorganizmusokat részben vagy teljesen inaktíválja (Farkas 2000).

A vizsgálat célja a HHP kezelés hatásának összehasonlítása a főzéssel a *Tenebrio molitor* lárvá por előállíthatóságára, vizsgálva a kitin és a hús rész arányát a szeparálás során. A szárítás előtt és után vizsgáltuk a szín jellemzőket, valamint a feldolgozás feltérképezését végeztük a további kísérletek pontosabb elvégezhetősége érdekében.

## 2. Vizsgált anyagok és alkalmazott módszerek

A kísérlethez használt lisztbogár lárvák a Hűtő- és Állattermék Technológiai Tanszéken tenyésztett egyedek közül lettek kiválasztva. Méretük 2-2,5 cm között változott. Takarmányozásuk búzakorpával és répával történt. A lárvákat előválogattuk, hogy a sérült egyedeket és a takarmány maradékokat eltávolítsuk. A válogatott egyedeket ezt követően 24 órára hűtött térbe helyeztük, hogy hibernáljuk azokat és kíméletes leölést alkalmazhassunk. Az egyedeket két eltérő előkezelésnek vetettük alá: hő- és HHP kezelésnek. A hőkezelés nagyméretű fém edényben történt, gáztűzhelyen. A nyersanyagot a forrás kezdetétől számítva 1 percig forraltuk fedő alatt, a víz hőmérséklete 99,1 °C volt a forrás beálltakor. A 93 °C-os mintát jégpehellyel lehűtöttük (4°C-ra) majd lecsepegtettük. A HHP kezeléshez a lárvákat vákuumcsomagolással előkészítettük, majd 400 MPa nyomás értéken 60 másodperces tartási idővel kezeltük azokat RESATO FPU 100-2000 HHP berendezéssel. Ezt követően a mintákat azonos feldolgozásnak vetettük alá. Robot Coupe R201 Ultra E kutterrel 60 másodpercig aprított mintákat passzíroztuk és elkülönítettük a kemény kitines és a puhább „rovarhús” részeket. Az előkezelésből eredően a négy eltérő frakciót szárító szekrényben 50°C-on szárítottuk tömegállandóságig. A minták színváltozását Minolta CR-200 típusú műszerrel vizsgáltuk.

## 3., Kísérleti eredmények és kiértékelésük

A feldolgozás során a válogatást szemrevételezéssel, kézi munkával végeztük. Tapasztalataink alapján elmondható, hogy ez hosszadalmas folyamat. A hagyományos élő állat feldolgozással ellentétben, a lárvák apró mérete miatt, a folyamat jobban hasonlítható apró termésű növények osztályozásához. A 24 órára hűtött térbe helyezett lárvák hibernációja a tárolási idő alatt végbe ment, azonban azt tapasztaltuk, hogy életműködésük nem azonnali leállása miatt, tápcsatornájuk ürült a hűtve tárolás során is, erre a tároló edényben maradt salakanyagból következtettünk. A lárvák hidegvizes átöblítése nem befolyásolta hibernált állapotuk, ahogy az ezt követő vízlerázása sem. Az ezt követő elkülönülő előkezelések, azonban már látható változásokat eredményeztek. A HHP kezelt lárvák a kezelés elvégzése érdekében vákuumcsomagoltuk, a csomagológép átlátszó ablakán keresztül észleltük, hogy a nyomás

csökkenésével az egyedek mozgása fokozódott, a vákuumtérből a levegő eltávolítása után a csomagolása vákuumzárása megtörtént, és élettevékenységük nem volt tovább követhető, így a kíméletesség érdekében a HHP kezelést haladék nélkül elvégeztük. A nyomáskezelést követően az egyedek halála bekövetkezett. A forró vizes kezelés esetében is azt tapasztaltuk, hogy a mozdulatlan egyedek, ahogy a forró vízbe értek 1-2 másodpercen keresztül fokozott mozgást végeztek, majd haláluk bekövetkezett. A főtt lárva tömeg 15% vizet vett fel, a nyomás kezelteké nem változott. A darálást követő passzírozás során látható kialakult frakciók és változások eredményeit 1. táblázat szemlélteti. A felvett főzővíz a puha húsrész tömegét növelte. Arányait tekintve elmondható, hogy a nyomáskezelés csak azért befolyásolta a szeparálás hatékonyságát, mert a kezelő közeggel közvetlenül nem érintkezett a kezelt lárva tömeg. A kitin kihozatala számottevően nem változott összehasonlítva a két előkezelést.

1. táblázat A lárvák előfeldolgozásának kihozatali tömeg változása

|          | Kiindulási<br>minta tömeg (g) | Előkezelés utáni<br>tömeg (g) | Húsrész (g) | Kitin<br>(g) | Feldolgozási<br>veszteség (g) |
|----------|-------------------------------|-------------------------------|-------------|--------------|-------------------------------|
| Hőkezelt | 1200                          | 1400                          | 930         | 240          | 230                           |
| HHP      | 1200                          | 1200                          | 750         | 230          | 220                           |

A minták színe lényeges változást mutatott, a főzés inaktiválta a barnulásért felelős enzimeket, míg a kíméletes HHP kezelés erre 400 MPa-os értékkel nem volt alkalmas. A nyomáskezelt frakciók szemmel láthatóan sötétedtek a felületükön, amit a színmérés eredményei is alátámasztottak. Világossági tényezőjük ( $L^*$ ) szignifikáns különbséget mutatott. A száradásra jelentős hatást gyakorolt az előkezelés eltérősége. A főtt frakciók 95% körüli szárazanyagtartalom eléréséhez 24 óra száradási idő kellett, míg a nyomáskezelt minták esetében 36 órán keresztül kellett szárítani azokat. A száradás végére a minták színe sötétedett, azonban a szín különbségek mértéke csökkent, de nem tűnt el.

#### 4., Következtetések

A kíméletes HHP technológia 400 MPa-os 60 másodperces tartási idővel nem elegendő mértékben befolyásolja a szín megtartást, további nyomásértékek és tartási idők változtatásával kell vizsgálni az előállítható por minőség jellemzőit. A száradási idő hatásának gazdasági jelentősége miatt a száradást befolyásoló előkezelést is vizsgálni szükséges. A továbbiakban fontos ismeretekkel kívánjuk bővíteni a kutatást, amely feltérképezi a minták emészthetőségét, mely döntően befolyásolhatja egy megfelelő feldolgozás technológia kidolgozását.

### **5. Irodalomjegyzék**

Huis, A. v. et al., 2013. Edible insects: future prospects for food and feed security. Food and agriculture organization of the United Nations, pp. 13-64.

Farkas D.R., Hoover D.G., 2000. High pressure processing. Journal of Food Science.;65. pp.47–64

## **Fitotechnikai beavatkozások hatása vörösborszőlőfajták rothadásának mértékére**

### **The effect of canopy management on the bunch rot of red grapevine cultivars**

***Posta Blanka Boróka, Varga Zsuzsanna, Bodor Péter***

postabori@gmail.com

Varga.Zsuzsanna@kertk.szie.hu

Bodor.Peter@kertk.szie.hu

SzIE, KeTK, Szőlészeti Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

#### **Összefoglalás**

A szekszárdi Gesztenyés-tető dűlőben beállított kísérletünkben arra kerestük a választ, hogy a fitotechnikai beavatkozásoknak, valamint a biodinamikus termesztésben is alkalmazott kvarc preparátumnak milyen hatása van a Kadarka és a Cabernet franc szőlőfajták termésmennyiségére és -minőségére. A különböző időpontokban végzett fitotechnikai műveletek különböző hatást gyakoroltak a szőlő és a must minőségére. Legjelentősebb következménye a virágzáskori lelevelezéseknek volt, esetükben csökkent a fürtök rothadásának mértéke. A fürtök átlagtömegében a virágzáskori lelevelezés csökkentő, míg a csonkázás, a zsendülés kori lelevelezés és a kvarcpreparátumos kezelés tömegnövelő hatást gyakoroltak a fürtökre. A kezelések eredményeként a fürtök beltartalmi értékei is változtak némiképp; összességében a virágzáskori lelevelezések hatása a legkielégítőbb.

#### ***Kulcsszavak***

*Kadarka, Cabernet franc, lelevelezés, rothadás, fürtszerkezet*

#### **1. Bevezetés, a munka célja**

A Kadarka hazánk és főként a Szekszárdi borvidék egyik jelentős szőlőfajtája. Szekszárdon 100 ha-on, Magyarország területén közel 400 ha-on termesztik a fajtát. Művelése azonban meglehetősen nehézkes; a fajtára jellemző nagy bogyó méret, tömött fürt szerkezet és vékony héj következtében. A Kadarka az éjárathatásokra különösen érzékeny, egy csapadékosabb, párásabb tenyészidőszakban szinte elkerülhetetlen a szőlőbogyó felrepedése, rothadása, botritiszes fertőzésre. Minőségét a terhelés nagyban befolyásolja (Németh, 1967). A fajta másik problémája az elégtelen színeződése, hiszen még napsütéses meleg éjáratokban sem termel kellő mennyiségű színanyagot (Bényei és Lőrincz, 2005). A

Kadarkával ellentétben a Cabernet franc nemzetközi szinten elterjedt, jelentős világfajta. Késői érésű, rothadásra kevésbé hajlamos, fürtje közepesen tömött (Tóth és Pernes, 2001).

A szőlőtermesztésben alkalmazott fitotechnikai műveletek egyik fő célja a fürtzóna mikroklímájának módosítása. A kevesebb levélrétegnek és a több napsütésnek köszönhetően a fürtzóna eső és pára után gyorsabban kiszárad, így a lelevelezés a botritiszes és egyéb gombás betegségek megelőzésében is fontos szerepet játszik. A napfényen fejlődő fürtök több fenolos anyagot, színanyagot és tannint termelnek, ami a vörösborszőlő fajták esetén különösen fontos. A virágzáskori lelevelezéssel lazább fürtszerkezetet érhetünk el a rosszabb kötődés miatt, valamint a megvastagodó kutikula réteg jobb ellenállóságot eredményezhet (Lőrincz, Sz. Nagy, Zs. Nagy, 2015).

A fitotechnikai beavatkozások előnyös hatását számos nemzetközi és hazai kutatás is alátámasztja. Poni és mtsai. (2006) vizsgálatukban korai lelevelezés hatását értékelték a Sangiovese és a Trebbiano szőlőfajták esetén. Az eredményeik szerint a beavatkozások után csökkenhet a fürttömöttség és a bogyóméret, így a virágzáskori lelevelezéssel a nagyhozamú fajtáknál korlátozható a termés mennyiség, amely kisebb rothadásra való hajlammal és kedvezőbb beltartalmi értékekkel is társulhat. Pastore és mtsai. (2013) azt az eredményt kapták, hogy míg a virágzáskori lelevelezés javít a bogyó beltartalmi értékein (cukor- és antocianin-tartalom), addig a zsendülés kori lelevelezés a minőségre negatív hatással volt, az antocianin-tartalom csökkent, míg a napégés mértéke fokozódott. Sabbatini és Stanley Howell (2010) is a korai lelevelezés hatását tanulmányozták. Méréseik kimutatták, hogy 4-6 alapi levél eltávolítása 45%-os csökkenést eredményez a kötődésben, ahogy a bogyók fürtönkénti száma és a fürttömeg is csökkent. A fürtök beltartalmi értékeit is javulni látták, a °Brix 10%-os emelkedését figyelték meg. A fürt tömöttségének csökkenésével párhuzamosan 34%-kal kisebb mértékű rothadást diagnosztizáltak. Radovanovic és mtsai. (2015) Cabernet sauvignon tőkék korai és késői lelevelezésének hatását vizsgálták. Eredményeik szerint a korai lelevelezés hatására jelentősebben változtak a szőlőbogyó beltartalmi értékei. Bubola és Persuric (2012) három időpontban (virágzás előtt, virágzás után és fürtzáródáskor) végzett lelevelezés eredményét vizsgálták Istriai Malvasia fajtán. Eredményeik szerint a mustok °Brix magasabb volt a virágzás előtt lelevelezett tőkéken és alacsonyabb a virágzás utániakon. Valamint a lelevelezés eredményeként intenzívebb hónaljhajítás-növekedést figyeltek meg.

A rothadási károkat lehet ugyan növényvédőszerrel mérsékelni, ám ezek jelentős része a környezettudatos szőlőtermesztésben nem elfogadott. A fitotechnikai beavatkozásokon kívül egyéb eljárások is lehetőséget nyújtanak a termés egészségi állapotának, mennyiségének és minőségének alakítására. Ilyen például a fürtökre permetezett kvarc preparátum (501-es), mely a gombás

betegségekkel szembeni ellenállóságot hivatott javítani, valamint az érésben lévő bogyók fejlődését segíti elő, és javítja a minőségét. Kísérleteink célja volt, olyan termesztéstechnológiai megoldásokat találni, amelyek a Kadarka (és más szőlőfajták) mennyiségi és minőségi paramétereit javítják, és a környezetre sincsenek káros hatással. Összehasonlításként egy rothadásnak jól ellenálló, kiváló minőséget adó világafajtát választottunk.

## **2. Vizsgált anyagok és alkalmazott módszerek**

A kísérleti parcellák a Szekszárdi borvidék Gesztenyés-tető dűlőjében kaptak helyet, egy 15 éves, alacsony kordon művelésű Kadarka és Cabernet Franc ültetvényben.

A kezeléseket és vizsgálatokat az alábbi időpontokban végeztük el:

- 2018. május 21. (virágzásakor): vizsgált tőkék kijelölése és az első 3 kísérlet beállítása: (i) fűrttel szembeni levelek eltávolítás, (ii) a fűrttel szemben és a fűrt alatti és feletti 1-1 levél eltávolítása, (iii) a virágzás kori (korai) csonkázás.
- 2018. július 22.: a zsendüléskori lelevelezés a fűrtzónában.
- 2018. augusztus 15.: a kvarcpreparátumos kezelés (A készítmény dinamizálása után - a korai órákban permetezzük a preparátumot szórófejes pumpával a fűrtökre.)

2018 szeptember 8.: mintaszedés. (i) a fűrtrothadás mértékének megállapítása beállított kísérletenként 10 fűrtön Scott és mtsai. (2015) alapján, (ii) a vizsgált paraméterek meghatározása: tőkénkénti termésmennyiség (kg, fűrt/tőke), fűrtátlagtömeg (5 fűrt/kezelés) bogyó átlagtömeg (50 bogyó/kezelés), valamint a főbb beltartalmi mutatók ( $^{\circ}$ Brix, titrálható savtartalom és pH).

## **3., Kísérleti eredmények és kiértékelésük**

A 2018-as évjárat különösen szélsőséges év volt, ezért elhamarkodott lenne messzemenő következtetéseket levonni a kapott eredményekből. A kapott értékek alapján azt mondhatjuk, hogy a virágzás kori lelevelezések pozitív hatása beigazolódott, a virágzás kori csonkázás ellentétes élettani hatásai pedig valóban negatívan befolyásolták a minőséget.

A rothadást és az átlagos fűrttömeget legjobban a lelevelezések csökkentették, míg a termések súlya mind a csonkázás, mind a zsendüléskori lelevelezés, de még a kvarcpreparátumos kezelés hatására is növekedett. A bogyók beltartalmi értékeire is a virágzás kori lelevelezés gyakorolt pozitív hatást, azonban biztosabb következtetések levonásához szükség van a kezelések nagyobb területen történő elvégzésére a következő évjáratban.

#### 4. Irodalomjegyzék

- Tóth, I., Pernes, Gy. (2001) Szőlőfajták. Mezőgazda kiadó 60,130.
- Bényei, F., Lőrincz, A. (2005) Borszőlőfajták, csemegeszőlő-fajták és alanyok. Mezőgazda Kiadó 160,163-164
- Németh, M. (1967) Ampelográfiai album: Termesztett Borszőlőfajták 1. Mezőgazdasági Kiadó 162.
- Poni, S., Casalini, L., Bernizzoni, F., Civardi, S., Intrieri, C. (2006): Effects of Early defoliation on shoot photosynthesis, yield components, and grape composition. *Am. J. Enol. Vitic.* 57:4. 397-407.
- Pastore, C., Zenoni, S., Fasoli, M., Pezzotti, M., Tornielli, G. B., Filippetti I. (2013): Selective defoliation affects plant growth, fruit transcriptional ripening program and flavonoid metabolism in grapevine. *BMC Plant Biology* 13:30
- Sabbatini, P., Howell G. S. (2010) Effects of Early Defoliation on Yield, Fruit Composition, and Harvest Season Cluster Rot Complex of Grapevines. *HortScience* 45(12). 1804-1808
- Radovanovic, V., Stefanovic, D., Radovanovic, B. (2015) Influence of selective removal of grapevine leaves on quality of red wine. *Biblid* 19;4 215-218
- Bubola, M., Persurić, D. (2012) *Agriculturae Conspectus Scientificus* 77.1 21-26.



## **Szemmozgás és multialternatív élelmiszer-választás közötti összefüggések vizsgálata**

### **Examining the relationship between eye-moving and multialternative choice of food products**

***Székely Richárd\*, Gere Attila***

[szekelyricsi95@gmail.com](mailto:szekelyricsi95@gmail.com)

Árukezelési és Érzékszervi Minősítési Tanszék

#### **Összefoglalás**

A tekintet aktív szerepet játszik az élelmiszerválasztásban. A tanulmány a szem viselkedését és a választási döntés közötti kapcsolatot vizsgálja multialternatív helyzetben történő döntéshozatalkor. Az egyes feladatokon 2, 4, 6, és 8 választási lehetőség állt a résztvevők rendelkezésére. Tobii Pro X2-60 szemkamerával rögzítettük az ingereket és dolgoztuk fel a 110 résztvevő szemmozgásának viselkedését a döntéshozatal során. A kutatás van der Laan és munkatársai által 2015-ban és Danner és munkatársai által 2016-ban publikált eredményeket egészítik ki 6AFC és 8AFC szituációkból kapott eredményekkel. Az eredmények rámutatnak arra, hogy az élelmiszerválasztás és az első pillantás helye nem függ össze, amely alátámasztja a korábbi kutatók munkáját, kiegészítve további két szituációval. Kutatásunk arra is rávilágított, hogy a magyar résztvevők az óramutató járásával azonos irányban tekintik meg az alternatívákat.

***Kulcsszavak:*** kötelező választás; ismételt méréses varianciaanalízis; szemkamera; Tobii

#### **1. Bevezetés, a munka célja**

A szemmozgás és az élelmiszer-választás közötti kapcsolatot több nemzetközi kutatócsoport is vizsgálja, mivel a szemkamerával mérhető szemmozgás alapján megbízhatóbb eredmények nyerhetők a hagyományos kérdőíves felmérésekhez képest. Kutatási témámra különösen igaz a mondás, miszerint a *szem a lélek tükré*. A szemmozgással kapcsolatos kutatások közül egy 2015-ben közölt publikációban megállapították, hogy az első fixáció helye (vagyis amelyik termékre először néztek a résztvevők) nem áll szignifikáns összefüggésben a választással. Kutatásaikat két alternatívás döntési szituációban végezték, amely azonban egy valós döntési helyzettől (pl. élelmiszerboltban történő vásárlás) távol áll

(van der Laan et al., 2015). Egy későbbi kutatás eredményei alapján megállapították, hogy négy alternatíva esetében szintén fennáll az a megállapítás, miszerint az elsöre fixált terméket kisebb valószínűséggel választják a résztvevők, továbbá bebizonyították, hogy az utolsó fixációnak szignifikáns hatása van a döntésre (Danner et al., 2016). Ezek alapján az élelmiszer-választás során a „szerelem első látásra” jelenség nem érvényesül. Függetlenül attól, hogy az első és/vagy utolsó fixáció helye milyen hatással van a választásra, a szemkamera által mért adatok (szemmozgás adatok) alapján a választott termék nagy pontossággal előre jelezhető úgynevezett döntési fa módszerekkel (Gere et al., 2016). Ez az eredmény azért is fontos, mert a szemmozgást és a döntési időt számtalan, általunk nem vagy nehezen megismerhető (kontrollálható) tényező befolyásolhatja, mint például az emlékek, egészségi állapot, zavaró tényezők. Ezen tényezők közé tartozik a résztvevők hangulata is, amely szignifikánsan hat szemmozgásra és a döntési időre is. Amennyiben a résztvevők hangulata rossz, úgy kevésbé nézik meg az alternatívákat, hajlamosak egyet-egyet kihagyni (azaz rá sem nézni), továbbá gyorsabban, kevésbé megalapozottan hozzák meg döntésüket (Gere et al., 2017). A hazai és nemzetközi kutatási eredményekből azonban hiányzik annak tisztázása, hogy a döntési alternatívák számának szisztematikus növelése miként hat a szemmozgásra és a döntésre.

Kutatásunk célja feltárni, hogy a szemmozgásra és az élelmiszer-választásra milyen hatással van az alternatívák számának növelése. Ezzel együtt célokom annak meghatározása, hogy az első helye, a fixációk száma és hossza milyen összefüggést mutat a választott alternatívával.

## 2. Irodalmi áttekintés

A szemkamerás mérések során a résztvevők tekintetének, szemmozgásának a változását figyeljük, illetve rögzítjük. Megadható, hogy a résztvevő, az adott időpillanatban hová néz, illetve azt a sorrendet, ahogyan a tekintete az egyik pontról a másikra terelődik (Poole et al., 2005). Napjainkban a szemkamerák a *pupil centre corneal reflection* (PCCR) elv alapján rögzítik a szemmozgást. Ennek lényege, hogy egy fényforrás segítségével megvilágítják a szemet, majd egy szenzor segítségével rögzítik a pupilláról és szaruhártyáról visszavert fényt. A visszaverődések helye alapján vektorok számíthatók, amely megadja a pillantás irányát, majd különböző algoritmusok segítségével modellezhető a szem pozíciója, így megkapjuk a pillantás pontos helyét (Guestrin and Eizenman, 2006).

A PCCR szemkamerák két nagy csoportba oszthatók: a statikus, illetve dinamikus szemkamerák csoportjaiba. A különbség a két csoport között az, hogy a statikus helyhez kötött, egy megjelenítő

készülékhez csatlakozik, míg a dinamikus eszközt a résztvevőnek szemüveggént kell viselnie. A kutatás során alkalmazott Tobii szemkamera az előbbi csoportba tartozik (1. ábra) (Bojko, 2013).



6. ábra Tobii Pro X2-60

A mérés megkezdése előtt a PCCR szemkövetőket kalibrálni kell az adott személyre. Ennek során egy pont jelenik meg a monitoron, majd arra kéri a résztvevőket, hogy kövessék azt a szemükkel. Az 5 pontos kalibráció során a pont megáll a képernyő közepén, illetve a négy sarkában. Helyes a kalibráció, ha mind az 5 pontot rögzítettük (Goldberg and Wichansky, 2003).

A szemkamerák élelmiszertudományi alkalmazása az elmúlt pár évben egyre nagyobb népszerűségnek örvend. A bevezetőben bemutatott választás és szemmozgás közti kapcsolat vizsgálatán túl számos más alkalmazási lehetőséget publikáltak. Rebollar és munkatársai csomagolóanyagokat vizsgáltak, amelyben arra keresték a választ, hogy a mintaként készített csokoládé csomagolásokon, mely elemeket figyelik meg a résztvevők elsőként. A figyelemfelkeltő elemek (kiugró ábrák) jobban vonzották a résztvevők tekintetét. Emellett azt is megállapították, hogy a nyugati olvasási iránynak megfelelően a résztvevők többsége először a csomagolás bal felső területét nézi meg, majd az óramutató járásával megegyezően haladnak végig a vizuális elemeken (Rebollar et al., 2015).

Spielvogel és munkatársai gyerekek szemének mozgását követték figyelemmel egészséges és egészségtelen ételek bemutatásakor. A felmérést 56 gyerek bevonásával végezték. A kutatás során arra a következtetésre jutottak, hogy az egészséges táplálkozási jelek kevésbé vonzzák a gyermekek

figyelmét, mint az egészségtelen jelek. Megfigyelhető volt továbbá, hogy az éhségérzet mérséklésével csökkent a különbség a vonzalom között. A kezdeti figyelemben viszont nem volt számottevő különbség az egészséges és egészségtelen ételek között (Spielvogel et al., 2018).

Egy a közelmúltban készült kutatásban Hummel és munkatársai azt vizsgálták, hogy az igények, az ételviselkedés ingerei és a nem hogyan befolyásolja vizuális viselkedésünket. A tanulmányban különböző étkezési szokású embereknek mutattak különböző minőségű ételeket. Három táplálkozási viselkedésmintázatot vizsgáltak. A tanulmányban kimutatták, hogy a magasabb rendűen táplálkozó férfiak figyelmét a kisebb kalória tartalmú ételek jobban fokozták. Nőknél megfigyelhető volt, hogy az érzelmi étvágyhoz kapcsolódott a vizuális figyelem. Azokra az ételviselkedésekre fordítottak nagyobb figyelmet, amelyekhez éppen érzelmi kötődésük volt (Hummel et al., 2018).

Manapság sok ételviselkedésen tüntet fel egy címkével, hogy az adott ételviselkedés egészséges. Fenko és munkatársai kutatásukban azt tanulmányozták, hogy hogyan befolyásolja az emberek viselkedését, ha meghatározott idő áll a rendelkezésükre a vásárláshoz, vagy ha időkorlát nélkül vásárolhatnak. A vizsgálatban 48 embert vontak be, a résztvevők fele időkorlát nélkül, másik fele időkorlát alatt vásárolhatott. Az alanyokat egy szemkamerával szerelték fel és kérték meg őket, hogy válasszanak egy joghurtot. A tanulmány arra világított rá, hogy az időben korlátozott résztvevők nem fordítottak figyelmet a termék címkéjére, míg a korlátlan idővel rendelkező emberek megfigyelték a címkét (Fenko et al., 2018).

Manippa és munkatársai a testalkat és ételviselkedés választás összefüggéseit vizsgálta. A vizsgálatba 50 normál testalkatú nőt vontak be. A vizsgálat során választaniuk kellett egy magas és egy alacsony kalória tartalmú étel közül. A képek bemutatása egy kontroll, normál testalkatú, túlsúlyos vagy korosan sovány ember megjelenítése után történt. A hipotézis, hogy a sovány alkat után a magasabb, míg a túlsúlyos után az alacsonyabb kalória tartalmú ételviselkedést választják. A vizsgálat során megállapították, hogy a magasabb kalória tartalmú ételt összességében tovább nézték és többször is választották, attól függetlenül, milyen alkatot mutattak be előtte (Manippa et al., 2019).

### **3. Vizsgált anyagok és alkalmazott módszerek**

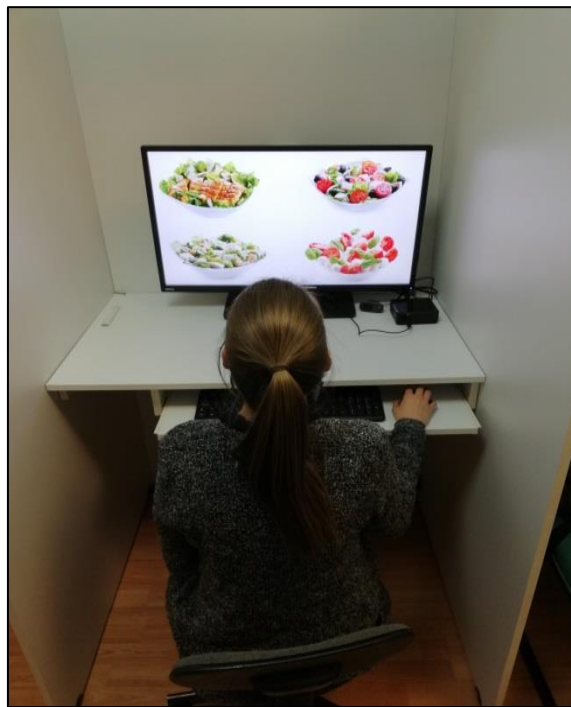
#### **Ingerek**

Lehetséges ingerekként mindennapi ételviselkedésekről készült fényképeket alkalmaztunk, amelyek ismerősek lehetnek a résztvevők számára. Nagy figyelmet fordítottunk arra, hogy az ételek és italok széles skáláját lefedjük, illetve a megjelenített képek vizuálisan vonzóak legyenek. A képeken különböző

termékkategóriák szerepeltek: tea, kávé, koktél, leves, saláta, lekvár, sütemény, gyümölcs stb. A mérés egy multialternatív, kötelező választásos paradigma alapján zajlott (2, 4, 6 és 8 alternatíva közül kellett választaniuk a résztvevőknek). Összesen 17 sorozatot mutattunk be, 5 db 2 alternatívás képet, illetve 4-4 db 4, 6 és 8 alternatívás képet. Külön figyelmet fordítottunk a képek megfelelő minőségére, hogy könnyedén összehasonlíthatók és azonos méretűek legyenek. A 17 választási feladtból (egy két alternatívás) az első egy bemelegítő feladat volt, hogy megismertesse a résztvevőkkel az eljárást. Ezt az adatot nem használtuk fel a kiértékelés során.

### **Szemkamerás vizsgálat menete**

A vizsgálatot a Szent István Egyetem, Árukezelési és Érzékszervi Minősítési Tanszékén található Érzékszervi Laborban végeztem el. A tanulmányban az egyetem magyar, illetve külföldi diákjai vettek részt. Összesen 110 mérést végeztünk (53% férfi, 44% 22 évnél fiatalabb). A méréshez a Tobii Pro X2-60 szemkamerát (60 Hz) és a Tobii Studio szoftvert (3.0.5 verzió, Tobii Technology AB, Svédország) használtunk fel az ingerek bemutatására. A készülék rögzíti és elemzi a résztvevők szemmozgásának viselkedését a választás során. A vizsgálatot ellenőrzött körülmények között végeztem (2. ábra), amely az azonos megvilágítást, hőmérsékletet és a zavartalanságot jelenti.



7. ábra Bíráló a feladat során

A résztvevők azt az utasítást kapták, hogy jobb kezüket helyezték az egérre és nyugodtan figyeljék a monitort, ne változtassák a testhelyzetüket és ne mozgassák a fejüket a mérés során. Ezután egy kalibrálás következett, melynek sikeressége után indult a mérés. A vizsgálat egy részletes leírással kezdődött, amely tartalmazza a feladat részletes ismertetését. A résztvevők azt az utasítást kapták, hogy nézzék meg alaposan a képeket és válasszák ki a számukra legjobban tetsző terméket. A választásra időbeli korlátozás nem volt adva. A választási feladatok között egy fekete fixációs kereszt jelenik meg 3 másodperces időtartamra a fehér képernyő közepén, hogy a figyelem arra összpontosuljon és a kiindulási pont minden esetben azonos legyen. A választási feladat során, amikor a résztvevő eldöntötte melyik képet választja, az egér bal gombjának lenyomásával jelzi választási szándékát, ám ekkor még nem volt látható a kurzor. A második képen már látható a kurzor és a résztvevő újbóli kattintással tud választani a termékek közül. A két képen a termékek helyzete ugyan ott található. A bemelegítő feladat ennek a gyakorlására szolgált, hogy szokja a résztvevő ezt a választási eljárást. A résztvevők viselkedését az egész vizsgálat során rögzítettük.

A mérés során 6 szemmozgás mérőszámot mértünk, amelyek a következők (Danner et al., 2016):

- első fixációig eltelt idő (time to first fixation, TTFF): az az időtartam, amely a kép megjelenítése és a résztvevő tekintetének egy adott területre történő első fixálása között eltelik.
- fixáció időtartama (fixation duration, FD): az egy érdeklődési területre eső fixációk átlagos időtartama.
- fixációk száma (fixation count, FC): az egy termékre eső összes fixáció száma, amely megmutatja, hogy a résztvevő hányszor nézte meg az adott terméket.
- látogatások időtartama (dwell duration, DD): két fixáció között eltelt idő alatt lezajló tekintetvándorlás során az egyes termékek képeire eső pillantások átlagos időtartama, amikor információ felvétel nem történik.
- látogatások száma (dwell count, DC): egy adott érdeklődési területre eső összes látogatások száma.

A résztvevők egy Cerbona müzli szeletet kaptak a részvételért, amely nem nagy ajándék ahhoz, hogy csak ezért eljöjjenek, viszont megfelelő ahhoz, hogy honoráljuk a részvételt.

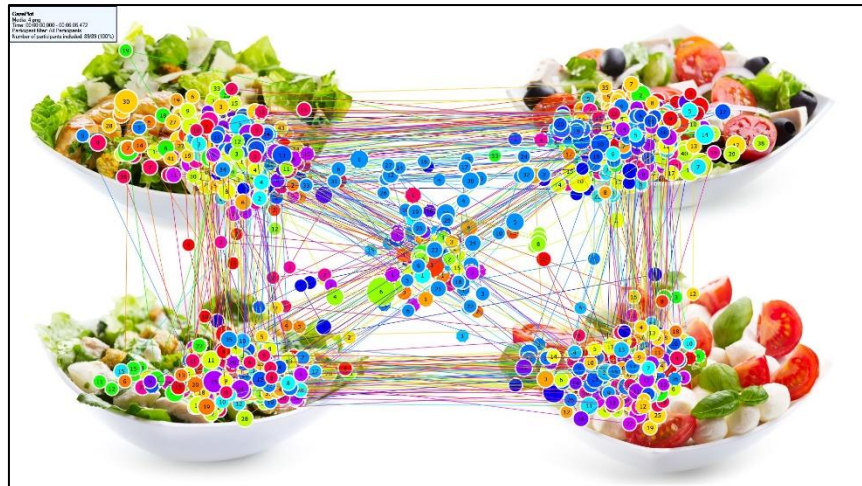
### **Statisztikai módszerek**

A választás és szemmozgás paraméterek közti összefüggések vizsgálatához ismételt méréses varianciaanalízist alkalmaztunk, amely során a TTFF, FD, FC, DD és DC változókat független változókként, míg a termékalternatívákat egyedeken belüli faktorként (within-subject factor), míg a választott termékalternatívát egyedek közötti faktorként (between-subject factor) alkalmaztuk. Az adatelemzés során IBM SPSS Statistics 21 (IBM Corporation, Armonk, USA) szoftvert alkalmaztunk az adatok előfeldolgozására és értékelésére.

### **4. Eredmények és értékelésük**

Az eredmények bemutatása során négy vizsgálat eredményeit tárgyaljuk részletesen, amelyek egy négy, hat és nyolc alternatívás kötelező választásos (forced choice test, FC) vizsgálatból származnak. A továbbiakban ezekre a vizsgálatokra 4AFC, 6AFC és 8AFC néven hivatkozunk.

Az elemzés első lépésében az adatok kinyerése történik a rögzítéshez használt Tobii Studio szoftverből, amely során meghatározzuk, hogy mely résztvevők eredményeit kívánjuk tovább elemezni, továbbá megadható, hogy az egyes változók (TTFF, FD, FC, DD és DC) milyen értékeit (N, átlag, szum) számítsa a szoftver. A szemkamerás mérések során a rögzítő szoftver által tárolt nyers adatok megjelenítésére a pillantás ábra (gaze plot) alkalmas, amelyet a 3. ábra mutat be. A 3. ábrán látható körök jelzik a résztvevők (külön színnel jelölve az egyes résztvevőket) fixációit. A körök mérete összhangban áll a fixáció időtartamával, tehát a nagyobb kör hosszabb fixációt jelez. A fixációkat összekötő egyenes vonalakat szakkádnak nevezzük, amelyek során nem történik információfeldolgozás, csupán a szem helyváltoztatása. A 3. ábrán látható a fixációs kereszt szerepe, minden résztvevő innen kezdi meg a stimulus vizsgálatát, így sztenderdizálható a kezdőpont a résztvevők között.



3. ábra. 4AFC vizsgálat pillantás ábrája (gaze plot). A különböző színek a résztvevőket jelölik, míg a körök a fixációk helyét, az egyenes vonalak pedig a szakkádokat jelölik.

Az egyes alternatívákra érkező fixációkat az elemzéshez csoportosítjuk, amelyet érdeklődési területek (areas of interests, AOIs) kijelölésével tehetünk meg. Az AOI kijelölése manuálisan történt a 4. ábra alapján. Az AOI-k meghatározása során törekedtünk az egyenlő területi arányra, amely minden esetben ~16%-ra került beállításra.



4. ábra. 4AFC vizsgálat AOI kijelölései. Minden AOI területaránya ~16%.

Az egyes AOI-k kijelölése után értékelhető az azokra érkező szemmozgás adat. Vizsgálatunk során első lépésben azt értékeltük ki, hogy a résztvevők milyen irányban kezdték el megvizsgálni az alternatívákat.



1. táblázat. Az egyes alternatívák első fixációinak átlaga és szórása. Csillag jelöli a szignifikáns különbségeket, amelyeket varianciaanalízissel számítottunk. Betűk jelölik a Tukey-féle post hoc teszt eredményeit.

| Választási feladat | Alternatíva    | TTFF                   |
|--------------------|----------------|------------------------|
| 4AFC*              | 4_balfelső     | 0.70±0.83 <sup>a</sup> |
|                    | 4_jobbfelső    | 1.45±1.09 <sup>b</sup> |
|                    | 4_jobbalsó     | 1.83±1.34 <sup>b</sup> |
|                    | 4_balalsó      | 1.85±1.57 <sup>b</sup> |
| 6AFC*              | 6_balfelső     | 1.00±0.93 <sup>a</sup> |
|                    | 6_középfelső   | 0.77±0.78 <sup>a</sup> |
|                    | 6_jobbfelső    | 2.39±1.57 <sup>b</sup> |
|                    | 6_jobbalsó     | 2.27±1.99 <sup>b</sup> |
|                    | 6_középalsó    | 2.19±1.93 <sup>b</sup> |
|                    | 6_balalsó      | 2.63±2.05 <sup>b</sup> |
| 8AFC*              | 8_balfelső     | 0.91±0.85 <sup>a</sup> |
|                    | 8_balközfelső  | 0.73±0.81 <sup>a</sup> |
|                    | 8_jobbközfelső | 2.05±1.60 <sup>b</sup> |
|                    | 8_jobbfelső    | 2.46±1.87 <sup>b</sup> |
|                    | 8_jobbalsó     | 2.81±2.56 <sup>b</sup> |
|                    | 8_jobbközalsó  | 2.71±2.21 <sup>b</sup> |
|                    | 8_balközalsó   | 2.54±2.50 <sup>b</sup> |
|                    | 8_balalsó      | 3.05±2.56 <sup>b</sup> |

Az 1. táblázat alapján látható, hogy a résztvevők a fixációs keresztről pillantásukat a képernyő bal felső sarkában található alternatívára irányították, az itt elhelyezkedő ábrákra szignifikánsan rövidebb idő alatt fixáltak, mint a többi alternatívára. A jelenség magyarázata lehet, hogy a résztvevők nyugati írásmódot használnak, amelyben az olvasási irány balról jobbra történik, így a választási alternatívákat is az óramutató járásának megfelelő irányban kezdik el szemlélni. Noha a statisztikai tesztek nem támasztják alá, ettől függetlenül érdemes a további alternatívák átlagait megfigyelni. A táblázatban az óramutató járásának megfelelően szerepelnek az alternatívák egymás alatt és egyfajta tendencia vehető észre, a lentebb elhelyezkedő alternatívák általában magasabb átlaggal szerepelnek, mint a felettük lévők.

Az ismételt mérés varianciaanalízis eredményei alapján a termékalternatívának szignifikáns hatása van a szemmozgás paraméterekre mindhárom vizsgált esetben (2. táblázat). Ezzel szemben a választás nem hatott szignifikánsan a szemmozgás paraméterekre, amely azt jelenti, hogy a választás önmagában nem hat a szemmozgásra. A választás és termék kölcsönhatása azonban szignifikáns eredményt adott, amely alapján elmondható, hogy a választott alternatívára eltérő vizuális figyelem érkezett, mint a nem

választottakra. Az eredmények összhangban vannak a három választási szituáció esetén, tehát a hatásokat nem befolyásolja az alternatívák száma.

2. táblázat. Ismételt mérésees varianciaanalízis eredményei

|                  | 4AFC     | 6AFC     | 8AFC     |
|------------------|----------|----------|----------|
| Hatás            | F-érték  | F-érték  | F-érték  |
| termék           | 4.697*** | 5.529*** | 2.814*** |
| választás        | 0.655    | 1.175    | 1.18     |
| termék×választás | 1.659*   | 1.393*   | 1.267*   |

\*: szignifikancia szint:  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , és \*\*\*  $p < 0,001$ .

Az ismételt mérésees varianciaanalízis szignifikáns hatásait tovább vizsgálva a 2. táblázatban látható, hogy az egyes szemmozgás paraméterek hatásai mely esetekben adódtak szignifikánsnak. A termékhatás minden szemmozgás paraméter esetében szignifikánsnak adódott, noha a varianciaanalízis után futtatott post-hoc tesztek nem mutattak szignifikáns különbséget az egyes termékek között. A termék és választás kölcsönhatása esetében az első fixációig eltelt idő (time to first fixation, TTFF) nem adódott szignifikánsnak, ami azt jelenti, hogy jellemzően nem az első alkalommal megpillantott terméket választják a résztvevők, hanem az alternatívák megismerése után döntenek. Ezt követően az összes többi szemmozgás paraméter (FD, FC, DD és DC) is szignifikánsnak adódott, amely azt jelzi, hogy a választott termékre eltérő vizuális figyelem érkezik.

3. táblázat. Ismételt mérésees varianciaanalízis részletes eredményei (univariate tests). A nem szignifikáns választás faktort kihagytuk a táblázatból.

|                  |                      | 4AFC      | 6AFC      | 8AFC     |
|------------------|----------------------|-----------|-----------|----------|
|                  | Szemkamera paraméter | F-érték   | F-érték   | F-érték  |
| termék           | TTFF                 | 12.921*** | 19.853*** | 6.121*** |
|                  | FD                   | 11.254*** | 6.623***  | 6.013*** |
|                  | FC                   | 9.102***  | 4.872***  | 2.614*   |
|                  | DD                   | 8.376***  | 4.620***  | 3.304*** |
|                  | DC                   | 8.166***  | 7.916***  | 7.588*** |
| termék×választás | TTFF                 | 1.073     | 1.345     | 0.955    |
|                  | FD                   | 3.015***  | 1.446     | 1.713*** |
|                  | FC                   | 4.152***  | 1.51      | 2.493*** |
|                  | DD                   | 3.180***  | 1.366     | 1.921*** |
|                  | DC                   | 4.354***  | 1.482     | 1.817*** |

\*: szignifikancia szint:  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , és \*\*\*  $p < 0,001$ .

A 3. táblázatban a 6AFC esetében a termék és választás kölcsönhatása nem adódott szignifikánsnak, bár magas F-értékeket kaptunk, így ennek részletesebb kivizsgálása indokolt.

## 5. Konklúzió

A kapott eredmények rávilágítanak arra, hogy a vizsgált szituációkban az élelmiszerválasztás nem függ az első pillantás helyétől, így eredményünk összefüggésben áll a van der Laan és munkatársai által 2015-ban és Danner és munkatársai által 2016-ban publikált eredményekkel, kiegészítve azokat 6AFC és 8AFC szituációkból kapott eredményekkel. Kutatásunk eredményeiből látható, hogy a magyar résztvevők az óramutató járásával megegyező irányban, bal fentről, kezdik az alternatívákat megnézni, így jellemzően a bal alsó sarokban található alternatívákhoz jutnak el a legkésőbb.

A kutatás következő lépéseként minden kísérletre elvégezzük az ismételt méréses varianciaanalízis számítását, hogy megbizonyosodjunk arról, az itt kapott hatások nem csak a véletlen művei, továbbá a 6AFC esetében a részletesebb elemzések során választ keresünk a nem szignifikáns eredményekre.

## Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönik az OTKA K-119269 számú projekt támogatását

## Felhasznált irodalom

- Bojko, A., 2013. Eye tracking the user experience. Rosenfeld Media, Brooklyn, New York.
- Danner, L., de Antoni, N., Gere, A., Sipos, L., Kovács, S., Duerrschmid, K., 2016. Make a choice! visual attention and choice behavior in multialternative food choice situations. *Acta Aliment.* 45, 515–524. doi:10.1556/066.2016.1111
- Fenko, A., Nicolaas, I., Galetzka, M., 2018. Does attention to health labels predict a healthy food choice? An eye-tracking study. *Food Qual. Prefer.* 69, 57–65. doi:10.1016/j.foodqual.2018.05.012
- Gere, A., Danner, L., Nino, de A., Kovács, S., Dürrschmid, K., Sipos, L., 2016. Visual attention accompanying food decision process: an alternative approach to choose the best models. *Food Qual. Prefer.* 51, 1–7. doi:10.1016/j.foodqual.2016.01.009
- Gere, A., Kókai, Z., Sipos, L., 2017. Influence of mood on gazing behavior: Preliminary evidences from an eye-tracking study. *Food Qual. Prefer.* 61, 1–5. doi:10.1016/j.foodqual.2017.05.004
- Goldberg, J.H., Wichansky, A.M., 2003. Eye Tracking in Usability Evaluation: A Practitioner's Guide, in: Radach, R., Hyona, J., Deubel, H. (Eds.), *The Mind's Eye: Cognitive and Applied Aspects of Eye Movement Research*. Elsevier B.V., Amsterdam, pp. 493–516.
- Guestrin, E.D., Eizenman, M., 2006. General theory of remote gaze estimation using the pupil center and corneal reflections. *IEEE Trans. Biomed. Eng.* 53, 1124–1133. doi:10.1109/TBME.2005.863952
- Hummel, G., Ehret, J., Zerweck, I., Winter, S.S., Stroebele-Benschop, N., 2018. How eating behavior,

food stimuli and gender may affect visual attention – An eye tracking study. *Eat. Behav.* 31, 60–67. doi:10.1016/j.eatbeh.2018.08.002

Manippa, V., van der Laan, L.N., Brancucci, A., Smeets, P.A.M., 2019. Health body priming and food choice: An eye tracking study. *Food Qual. Prefer.* 72, 116–125. doi:10.1016/j.foodqual.2018.10.006

Rebollar, R., Lidón, I., Martín, J., Puebla, M., 2015. The identification of viewing patterns of chocolate snack packages using eye-tracking techniques. *Food Qual. Prefer.* 39, 251–258. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.foodqual.2014.08.002

Spielvogel, I., Matthes, J., Naderer, B., Karsay, K., 2018. A treat for the eyes. An eye-tracking study on children's attention to unhealthy and healthy food cues in media content. *Appetite* 125, 63–71. doi:10.1016/j.appet.2018.01.033

van der Laan, L.N., Hooge, I.T.C., de Ridder, D.T.D., Viergever, M. a., Smeets, P. a. M., 2015. Do you like what you see? The role of first fixation and total fixation duration in consumer choice. *Food Qual. Prefer.* 39, 46–55. doi:10.1016/j.foodqual.2014.06.015

## **A norovírusok nukleinsavának kinyeréséhez és kimutatásához alkalmazható kit-ek összehasonlítása**

### **Comparison of norovirus RNA extraction kits and PCR detection kits**

***Szűcs Kata Dorina<sup>1,2</sup>, Dr. Kovács Mónika<sup>1</sup>, Szántó-Egész Réka<sup>2</sup>***

szucs.katad@gmail.com

Szent István Egyetem, Mikrobiológiai és Biotechnológiai Tanszék, 1118 Budapest, Somlói út 14-16.; <sup>2</sup>Biomi Kft., 2100 Gödöllő, Szent-Györgyi Albert út 4.

**Összefoglalás:** A norovírusok hatékony kimutatása gyorsfagyasztott élelmiszerekről fontos élelmiszerbiztonsági feladat. A vírus sikeres detektálása érdekében a vizsgálatok során két nukleinsav izoláló-, illetve két PCR kit-et hasonlítottunk össze. Az eredmények alapján az általunk alkalmazott kísérleti beállítások mellett a QIAGEN Diagnostics GmbH és a Bioteccon Diagnostics GmbH termékeit találtuk e célra a legalkalmasabbnak.

**Kulcsszavak:** *norovírus, real-time RT-PCR, RNS-izolálás*

#### **1. Bevezetés, a munka célja**

A norovírusok GI és GII genocsoportjai a humán gastroenterális járványok egyik fő okozói, bár lefolyásuk ritkán halálos, de érzékeny csoportoknál – főképp gyermekek és idősebbek esetében – a betegség megfelelő kezelése akár kórházi ellátást is igényelhet (Glass et al., 2009).

A fertőzés forrása általában valamilyen fertőződött élelmiszer. A norovírus leggyakrabban a gyorsfagyasztott élelmiszerekben, például az osztrigában és kagylóban, valamint a bogyós gyümölcsökben van jelen (Le Guyader et al., 2004; RASFF adatbázis). Potenciális veszélyforrás lévén az élelmiszerek norovírus fertőzöttségének felderítése fontos élelmiszerbiztonsági feladat, így a Biomi Kft. célul tűzte ki egy ilyen eljárás adaptálását laboratóriumába. A vizsgálatok első lépéseként a kimutatáshoz alkalmazható RNS izoláló-, illetve PCR kit kiválasztása valósult meg.

#### **2. Vizsgált anyagok és alkalmazott módszerek**

**Felhasznált vírus standardok:** PHE LENTICULE® disc Norovirus GI és GII vírus (*Public Health England*)

### **Alkalmazott módszerek:**

#### **I. Az RNS izoláló kit-ek alkalmazása:**

A virális RNS extrakciója a CONGEN Biotechnologie GmbH által kifejlesztett SureFast® PREP DNA/RNA Virus kit (továbbiakban: Congen RNS kit) alkalmazása esetén a gyártó által meghatározott protokoll alapján zajlott. Az eredeti eljárás annyiban módosult a kinyerhető RNS mennyiségének növelése érdekében, hogy az oszlopra felvitt mintát a leírt 3 perc helyett 5 percig inkubáltuk a kit-ben található eluenssel.

A nukleinsav izolálási lépéseket a QIAGEN Diagnostics GmbH által gyártott QIAamp® Viral RNA Mini Kit (továbbiakban: Qiagen RNS kit) használata esetén a gyártó által meghatározott protokoll alapján végeztük el. Annak érdekében, hogy a vírus RNS nagyobb tisztaságban legyen kinyerhető, az eljárás során megnöveltük a mosólépések számát.

A kinyert nukleinsavat mindkét esetben -20 °C-on tároltuk a felhasználásig.

#### **II. A norovírus detektáló PCR kit-ek alkalmazása:**

A Bioteccon Diagnostics GmbH által gyártott foodproof® Norovirus GI, GII Detection Kit (továbbiakban: Bioteccon PCR kit), illetve a CONGEN Biotechnologie GmbH által kifejlesztett SureFast® Norovirus/Hepatitis A 3plex Kit (továbbiakban: Congen PCR kit) alkalmazása esetén a reakcióelegyek összemérése, valamint a PCR programok futtatása a gyártó által meghatározott protokoll szerint zajlott. A két kit vizsgálata az Applied Biosystems 7300 Real-Time PCR készülék segítségével valósult meg.

### **3. Kísérleti eredmények és kiértékelésük**

A munka célja egy olyan eljárás adaptálása a Biomi Kft. laboratóriumába, amellyel gyorsfagyasztott málnáról sikeresen kimutathatók a norovírusok GI és GII genocsoportjai. A vizsgálatok első fázisában célunk annak meghatározása volt, hogy milyen eljárással nyerhető ki leghatékonyabban a vírusból a nukleinsav, illetve, hogyan detektálható annak jelenléte sikeresen a real-time RT-PCR segítségével. E vizsgálatok során két RNS izoláló kit-et, illetve két PCR kit-et hasonlítottunk össze egymással.

Mivel a hatékony eljárás alapja a sikeres real-time RT-PCR reakció, így első lépésként a Bioteccon, illetve a Congen PCR kit-eket vizsgáltuk. Az eredmények kiértékelésének alapját a küszöb ciklusok, vagyis Ct-értékek meghatározása adta. A küszöb ciklus az a ciklus, ahol a PCR termékek képződését jelző amplifikációs görbe eléri a küszöbértéket, amely egy meghatározott fluoreszcencia szint. A két PCR kit kontrolljainak vizsgálata során a görbék lefutása mindkét esetben a vártak megfelelő volt,

azok Ct-értékei nem tértek el jelentősen egymástól, tehát a két PCR kit között nem volt megfigyelhető számottevő különbség. Ezért az alkalmazandó vírus detektáló kit kiválasztása a leghatékonyabb RNS izolálási mód meghatározásával egyidejűleg zajlott le.

A megfelelő RNS izolálási eljárás megtalálásához a foszfát pufferelt fiziológiás sóoldatban feloldott GI és GII referencia vírusokból a Congen- és Qiagen RNS kit-tel egyaránt izoláltunk nukleinsavat. Az RNS kivonása után annak mennyiségét és minőségét minden esetben ellenőriztük NanoDrop spektrofotométer segítségével. A real-time RT-PCR reakció során kapott görbék lefutása alapján nincs jelentős különbség a két gyártó terméke között, az általuk izolált nukleinsav minősége minden esetben megfelelő volt. Azonban a Qiagen RNS kit könnyebben beilleszthető a laboratóriumi gyakorlatba, így a további vizsgálatokhoz ezt alkalmaztuk.

A standard vírusokból izolált RNS-ek futtatása esetén már volt észrevehető különbség a két PCR kit hatékonyságában. A Congen PCR kit esetén a referencia minták Ct-értékei eltolódtak a Biotecon PCR kit esetén megfigyelhető értékekhez képest. Ez az érzékenységi szint jelentősen rontja a detektálhatóságot, ugyanis így kis vírus mennyiség mellett előfordulhat, hogy a görbe nem lépi át a küszöbértéket a PCR program meghatározott ciklusszáma alatt, és így fals negatív eredményt kapunk. Az eredmények összegzése alapján tehát a Biotecon PCR kit-et alkalmasabbnak találtuk a norovírusok kimutatásához.

#### **4. Következtetések**

A vizsgálatok célja a norovírusok GI és GII genocsoportjai esetén alkalmazható megfelelő RNS izoláló-, illetve PCR kit kiválasztása volt, amelynek érdekében két-két a kereskedelmi forgalomban kapható kit-et hasonlítottunk össze. A két nukleinsav izoláló kit hatékonyságában nem volt felfedezhető jelentős különbség, azonban a Qiagen RNS kit segítségével az eljárás gyorsabban valósulhat meg, így ezt találtuk alkalmasabbnak a norovírus RNS kinyeréséhez. A standard vírusokból izolált nukleinsavak vizsgálata alapján a két PCR kit közül a Biotecon PCR kit bizonyult hatékonyabbnak az Applied Biosystems 7300 Real-Time PCR készülék alkalmazása esetén. Előfordulhat azonban, hogy más kísérleti beállítás esetén eltérő eredményeket kapunk, így további vizsgálatokra van szükség annak érdekében, hogy a vírus sikeresen kimutathatóvá váljon.

### 5. Irodalomjegyzék

- Glass, R. I., Parashar, U. D., Estes, M. K. (2009). Norovirus Gastroenteritis. *New England Journal of Medicine*, 361(18), 1776–1785. <https://doi.org/10.1056/NEJMra0804575>
- Le Guyader, F. S., Mittelholzer, C., Haugarreau, L., Hedlund, K.-O., Alsterlund, R., Pommepuy, M., Svensson, L. (2004). Detection of noroviruses in raspberries associated with a gastroenteritis outbreak. *International Journal of Food Microbiology*, 97(2), 179–186. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.04.018>
- Az Európai Unió Élelmiszerekre és Takarmányokra vonatkozó gyorsriasztási rendszerének (*Rapid Alert System for Food and Feed*; RASFF) adatbázisa: <https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/portal/> (2018.11.04.)



## **Mikotoxinok hatása a kétspórás csiperke micéliumának fejlődésére**

### **Effect of mycotoxins onto the development of *Agaricus bisporus* mycelia**

***Szukács Gergely\*, Kecskeméti Sándor, Németh Dzsenifer, Geösel András***

\*szukacs.gergely@kertk.szie.hu

Szent István Egyetem, Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék

#### **Összefoglalás**

A mikotoxinok olyan másodlagos anyagcseretermékek, amelyeket néhány nagygomba vagy gyakrabban különböző penészek állítanak elő. Ezek a toxinok veszélyt jelenthetnek az emberi és állati egészségre, hatásuk általában a toxin típusától függően változó. A mikotoxinok az esetek túlnyomó részében a mezőgazdasággal állnak valamilyen kapcsolatban. A termények ugyanis vagy a termőföldeken, vagy tárolás során válnak szennyezetté.

A csiperkegomba (*Agaricus bisporus*) termesztése során a gombaszubsztrátum (gomba komposzt) valamilyen mezőgazdasági melléktermékből kerül előállításra. Közép-Európában búzaszalma és állati trágya (főként csirke- és lótrágya) a fő alkotóeleme a gombakomposztnak. Ha a szalma nem megfelelő körülmények között kerül tárolásra, penészfertőzés léphet fel, amely mikotoxin szennyezéshez vezethet. Irodalmi adatok szerint az állati trágya (főként csirketrágya) szintén tartalmazhat aflatoxint. A mikotoxinok jelenléte a komposzt készítése során is állandósulhat és veszélyt jelenthet a dolgozók és a fogyasztók számára. Jelenleg nem ismert, hogy a toxinkoncentráció tekintetében milyen változások történnek az alapanyag előállítás során. A kísérletünk során arra szeretnénk fényt deríteni, hogy egyes mikotoxinok rendelkeznek-e gátló hatással a csiperkegomba micéliumának növekedésére. Ezért 4 különféle toxinnal (DON, Aflatoxin B1, Fumonizin, T2) szennyezett gombakomposztot állítottunk elő. A komposztba a toxinokat termelő gombatörzsek rizsszemeken felszaporított micéliumát kevertük. A vizsgálat során nyomon követtük a micélium növekedését. A mért adatok alapján a különböző mikotoxinok gátló hatással vannak a termesztett kétspórás csiperke növekedésére. Ennek alapján feltételezhető, hogy a termesztés során a szubsztrátumban előforduló mikotoxinok gátolhatják a micélium növekedését a termesztés során, ez pedig közvetve termés kieséshez és így gazdasági veszteséghez vezethet.

***Kulcsszavak:*** mycotoxins, button mushroom, *Agaricus bisporus*, mycelia

## 1. Bevezetés, a munka célja

A mikotoxinok olyan anyagcseretermékek, melyeket gombák állítanak elő, és káros hatásuk van az élő szervezetekre (Bezerra et. al., 2014; Pitt, 2014). A XX. század óta mikor is kitört a „Turkey 'X' disease” kezdett az emberiség jobban megismerni a mikotoxinokat, azonban ez nem azt jelenti, hogy előtte nem voltak mérgezések csupán azt, hogy nem voltak tisztában azzal, hogy mi okozhatja. Ilyen toxikózis volt például a Peloponnészoszi háború során pusztító dögvész melyet feltehetően a T2 mikotoxin okozott (Abbot, 2002; Schoental, 1994). A penészek miatt napjainkban is jelen lehetnek a mikotoxinok valamilyen mértékben előfordulhatnak lakásunkban és ételkészleteinkben (Abbot, 2002; Bezerra et. al., 2014). A mezőgazdasági termékek és melléktermékek szintén szennyeződhetnek mikotoxinokkal a penészgombák miatt és ennek esélye a globális felmelegedés hatására egyre inkább növekszik (Abbot, 2002; Mézes, 2018). Nem megfelelő tárolás során a szennyeződés kockázata tovább növekszik (Rohweder et. al., 2011)

A kétspórás csiperke (*Agaricus bisporus*) termesztése során használt szubsztrátum (komposzt) előállítás fő alapanyaga valamilyen szalma és állati trágya (Oden, 2016). Közép Európában főként búzaszalma és csirke- és lótrágya áll nagyobb mennyiségben rendelkezésre. Ezek a környezeti behatások, valamint a nem megfelelő tárolás miatt szintén tartalmazhatnak mikotoxinokat, amelyek hatása a gombatermesztést illetően nincs kellő mértékben feltárva.

Jelen kutatás célja megvizsgálni, hogy az esetlegesen gombakomposztba kerülő mikotoxinoknak van-e gátló hatása a kétspórás csiperke micéliumának növekedésére.

## 2. Vizsgált anyagok és alkalmazott módszerek

Ebben a vizsgálatban 4 különböző mikotoxin (DON, Aflatoxin B1, Fumonizin, T2) hatását hasonlítottuk össze melyeket a Szent István Egyetem, Környezetbiztonsági és Környezettoxikológiai Tanszéke állított elő. Az így kapott mikotoxinokkal szennyezett rizsszemeket, melyek toxinmennyisége ELISA-val lett meghatározva, második fázisú gombakomposztba kevertük 1% (w/w) mennyiségben (DON 0,4ppm/kg, Aflatoxin B1 0,32ppm/kg, Fumonizin 653ppb/kg, T2 4,1ppm/kg). Az így készített szennyezett komposztot petri-csészékbe töltöttük, kontrollként pedig kezeletlen kettős fázisú gombakomposztot alkalmaztunk. Az edények közepére *Agaricus bisporus* gombacsírárt helyeztünk, majd telepátmérők mérésének a segítségével vizsgáltuk milyen hatást gyakorolnak az egyes toxinok a kétspórás csiperke micéliumának fejlődésére. A mért adatok az IBM SPSS (ver. 22) Statisztikai

programcsomag segítségével lettek kiértékelve. A minták közötti különbséget a Games-Howell PostHoc teszt alapján különítettük el.

### 3. Kísérleti eredmények és kiértékelésük

A telepátmérők eredményei alapján szignifikáns különbséget tudtunk kimutatni ( $F(4,30)=76,23$ ,  $p<0,001$ ). A kontroll minták telepátmérői az összes toxinnal szennyezett mintához képest nagyobbak voltak ( $p<0,05$ ). A kontrolltól két jól elkülönülő csoport volt kimutatható. Az első csoport a T2 és Fumonizin (A) valamint az Aflatoxin és DON (B). Jelen kísérletben nem volt olyan toxin mely nem hatott volna negatívan a micélium fejlődésére. Legjobban a T2 ( $p<0,05$ ) gátolta a micélium növekedését legkevésbé pedig a DON ( $p<0,05$ ).

### 4. Következtetések

A kísérlet eredményei alapján az alábbi következtetésekre jutottunk. Az összes általunk használt toxin valamilyen mértékben csökkentette a csiperkegomba (*Agaricus bisporus*) micéliumának növekedését. Az eredmények fényében a gátlás mértéke két csoportba sorolható egy erősebb gátlást és egy kevésbé erős gátlást kifejtő csoportba. Az erősen gátló csoportba tartozik az Aflatoxin B1 és a DON toxin, a kevésbé gátló csoportba pedig a Fumonizin és a T2 toxin.

### 5. Irodalomjegyzék

1. Bezerra da Rocha E. M., Freire O. C. F., Maia F. E. F., Guedes F. I. M., Rondina D. (2014) Mycotoxins and their effects on human and animal health. Food Control 36 (2014) 159-165
2. Pitt J. I. (2014) Mycotoxins – General. Encyclopedia of Food Safety Volume 2, 2014, Pages 283-288
3. Abbott, S.P. (2002) Mycotoxins and Indoor Molds. Indoor Environment CONNECTIONS. 3(4):14-24
4. Schoental R. (1994) Mycotoxins in Food and the Plague of Athens. Journal of Nutritionul Medicine (1994) 4, 83-85
5. Mézes M. (2018) Mikotoxinok kutatás kontra gyakorlat. Előadás. Toxin fórum. Budapest.
6. Rohweder D., Valenta H., Sondermann S., Schollenberger M., Drochner W., Pahlow G., Döll S., Dänicke S. (2011) Effect of different storage conditions on the mycotoxin contamination of Fusarium culmorum-infected and non-infected wheat straw. Mycotox Res 27:145–153
7. Ouden den M. (2016) Mushroom Signals. A practical guide to optimal mushroom growing. Mushroom Office, s-Hertogenbosch.

## **A HHP technológia hatása szárazárak biológiailag aktív komponenseire és mikrobiológiai biztonságára**

### **Effects of HHP on quality attributes and microbiological food safety of raw fermented sausages**

*Tóth Adrienn, Németh Csaba, Surányi József, Friedrich László*

toth.adrienn@etk.szie.hu

Hűtő- és Állattermék Technológiai Tanszék

Capriovus Kft.

#### **Összefoglalás**

A nagy hidrosztatikus nyomású technológia alkalmazása kiváló lehetőséget jelent az élelmiszerek élelmiszerbiztonsági kockázatának csökkentésére. A tradicionális húskészítmények esetében, mint pl. a fermentált szárazáraknál már számos nemzetközi eredménnyel találkozhatunk a témakörben, míg a hazai kutatások csak most kezdődnek.

A tanulmánnyal a célunk az volt, hogy egy átfogó képet adjunk a HHP technológiáról, illetve, hogy bemutassuk, mik is azok a szárazárak. ezen felül szeretnénk rávilágítani arra, hogy a technológia alkalmazásában hatalmas potenciál rejlik a hazai húskészítmények hozzáadott értékének növelésében.

***Kulcsszavak*** HHP, szárazár, élelmiszerbiztonság, új fogyasztói trendek

#### **1. Bevezetés, a munka célja**

A tradicionális élelmiszerek mai napig szerves részét képezik az egyes nemzetek kultúrájának, sőt a globálissá váló élelmiszeriparban, amely újabb és újabb fogyasztói rétegekhez juttatja el a különböző termő- és előállításihelyről származó termékeket, talán még nagyobb jelentőséggel bírnak, mint eddig. Minden nemzet számos specifikus, tradicionális termékkel rendelkezik, de talán a legjobban megkülönböztethető sajátosságokkal a hústermékek bírnak. Elég, ha belegondolunk, hogy az alapanyagok rendkívül változatosak lehetnek (pl. állatfajok és fajták, vagy tartásmód tekintetében). Sőt, az egyes hústermékek érlelésének, szárításának és tárolásának módjainak kialakulásához minden ország egyedi klímája és földrajzi elhelyezkedése is nagymértékben hozzájárult.

A tradicionális húskészítmények, mint például szárítással és/vagy füstöléssel tartósított szárazárak, gyakran nagyobb mikrobiológiai kockázatot rejtenek magukban, mint a modern, hőkezeléssel előállított hústermékek. Ezen termékek ugyanis nem tartalmaznak mesterséges tartósítószereket. Az előállításuk, tárolásuk során nem esnek át semmilyen hőkezelési eljárás (pl. pasztörözésen, főzésen), csupán a szárítási folyamat alatt fellépő vízaktivitás csökkenése, a nagy sótartalom, illetve az esetleges füstölés járul hozzá a tartósítás sikerességéhez (Ahn et al., 2017).

Azonban a modern élelmiszer-ellátásban a mikrobiológiai kockázat legkisebb esélyét is el kell kerülnünk, hiszen a feldolgozott élelmiszerek sokkal szélesebb fogyasztói körhöz jutnak el, mint korábban. Az élelmiszerbiztonsági szempontok maradéktalan kielégítésére a kíméletes élelmiszertartósítási eljárások jelenthetnek megoldást. Kutatásunkban a nagy hidrosztatikus nyomású technológia használatának lehetőségeit fogjuk bemutatni. A hazai húskészítményeknél még keveset vizsgált terület, azonban számos – rendkívül prosperáló – kutatási eredménnyel találkozhatunk a nemzetközi szakirodalomban. Jelen tanulmányunkban a nemzetközi kutatások eredményeit szeretnénk bemutatni, ezzel rávilágítva arra is, hogyan lehetséges a magyar fermentált szárazárak mikrobiológiai kockázatának csökkentése.

## **2. Irodalmi áttekintés**

### **2.1. A nagy hidrosztatikus nyomású technológia**

A nagy hidrosztatikus nyomású technológia (high hydrostatic pressure, HHP) egy nemtermikus élelmiszerkezelési eljárás, amely elsődleges célja az élelmiszerek tartósítása (Bruschi et al., 2017; Liu et al., 2014). A nagy hidrosztatikus nyomású technológiát az élelmiszeriparban általában 300 és 600 MPa közötti nyomásértéken alkalmazzak, az alkalmazott kezelési idő pedig 1 – 5 perc között változik a termék tulajdonságaitól függően. A legfontosabb paraméterek ebből a szempontból a termék mikrobiológiai szennyezettsége, fiziko-kémiai tulajdonságai, vízaktivitása, pH-értéke és összetétele (Brasil and Siddiqui, 2018; Oey et al., 2008; Zhu et al., 2017). A technológia egyik legnagyobb előnye a Pascal-elvvel magyarázható: ugyanis a nyomásközvetítő közegbe (vízbe) merített tárgy (élelmiszer) minden pontjára ugyanakkora nyomásérték hat. Ez azt jelenti, hogy a hőkezeléssel szemben a terméknek nincs „hidegpontja”, így a termék formájától, térfogatától és tömegétől nem függ az alkalmazandó nyomásérték (Ahn et al., 2017). A technológia másik nagy előnye, hogy a kezelés alatt lényegében nem éri hőhatás a kezelt élelmiszert. Mindössze 5-10 °C hőmérséklet növekedésről, majd csökkenésről beszélhetünk a kezelés teljes folyamata alatt (Hester, 2017).

A technológia elméleti háttérét ugyan a XX. század elejétől ismerjük, azonban ipari alkalmazása csak mintegy harminc éve kezdődött, ugyanis a fentebb említett nyomásértékek eléréséhez alkalmas ipari méretű berendezések gyártásához precíziós eljárásokra volt szükség (Fellows, 2017). Elsőként gyümölcs alapú termékeket kezeltek, amelyek kis pH-értéke szinergens hatással volt a HHP mikrobapusztító hatásával. Ezt követően első sorban folyékony élelmiszereket kezeltek a technológiával, pl. tejet és tejtermékeket, majd a darabos, vagy teljesen szilárd élelmiszerek kezelésére is sor került (Sikes and Warner, 2016). Mára a technológiát fogyasztói csomagolásba kiszerelt készülékek eltarthatóságának növelésére szintúgy alkalmazzák, mint ipari félkésztermékeknél is. Önmagában, vagy más technológiákkal (pl. kishőmérsékletű hőkezeléssel, ultrahanggal) kombinálva is találkozhatunk a technológiával (Bashari et al., 2014).

A HHP további előnye, hogy mivel előre csomagolt élelmiszereket kezelünk, az utófertőződés elkerülhető. A tartósító hatás mellett számos esetben a termék jellemző tulajdonságainak kialakítására is alkalmazzák pl. a kívánt állomány eléréséhez keményítő alapú élelmiszereknél. Más esetekben pedig az eredeti érzékszervi tulajdonságok megőrzése a cél pl. a frissen préselt gyümölcslevek HHP kezelésével a friss jelleg több héten át megőrizhető (Attrey, 2017; Davis et al., 2010).

Húsipari termékeknél első sorban félkész, vagy késztermékek kezelésére használják az eljárást. Ennek oka abban keresendő, hogy a nyers húsról jellemző pirosas színt eredményező hemoglobin és származékai denaturálódhatnak a HHP kezelés során, így a nyers hús színe szürkés, fehéres árnyalatúvá válik. Ez a színváltozás azonban a fogyasztók körében nem elfogadott (Faustman and Suman, 2017).

## **2.2. A tradicionális szárazárúk**

Szárazárúnak alapvetően azokat a húskészítményeket nevezzük, amelyek tartósítása szárítással történik, a megfelelő tartósító hatáshoz alkalmazhatnak még só (nitrites pácsót), füstölést, vagy mikrobiológiai starter kultúrákat. A szárazárúk definíciója nemzeteként különbözhet, így a terminus nemzetközi alkalmazása is egyes esetekben más és más terméktípust jelenthet. De általánosan aprított alapanyagból, bélbetöltött termékeket értünk alatta (Kerry and Tyuftin, 2017). A hazaiszaknyelvben szárazárúk alatt az egyes tradicionális, vagy gyorsérlelésű, szárítással (a vízaktivitás csökkentésével) előállított kolbász- és szalámi-féléket értjük.

A tradicionális szárazárúknál elengedhetetlen, hogy a kiindulási alapanyag kiváló mikrobiológiai kondíciókkal rendelkezzen, ugyanis ezek a termékek semmilyen hőkezelést nem kapnak az előállításuk során. A termékek érlelése során természetes mikroflóra alakul ki a termék felületén, vagy mesterségesen

hozzáadott starterkultúrával kerül hozzáadásra, amely hozzájárul a termék éréséhez, érzékszervi tulajdonságainak kialakulásához (gondoljunk pl. a téliszalámi penészbevonatára). A starterkultúra fermentációs folyamatai során keletkező vegyületek szintén hozzájárulnak a késztermék jellegzetes érzékszervi tulajdonságaihoz (Calvo et al., 2008).

Hazánkban a kisebb kaliberű (átmérőjű) szárazárúk pl. kolbász stickek, vagy különböző kolbászok érleléséhez a füstölést követően elegendő néhány hét, míg a vastagabb kaliberű termékeknél akár három-négy hónapos érlelési idővel kell számolnunk. Az érlelés alatt elengedhetetlen a modern élelmiszer előállítás során a hőmérséklet, páratartalom és a mikrobiológiai körülmények szabályozása (Omer et al., 2015).

A mikrobiológiai kockázat csökkentésére számos nemzetközi kísérlet zajlott már, ezeknél elengedhetetlen, hogy a tradicionális termékek esetében ne befolyásolja negatív irányban az érzékszervi tulajdonságokat (Ojha et al., 2015).

### **2.3. A szárazárúk HHP kezelése a nagyvilágban**

A HHP kezelést nem csak a késztermékeken végezhetjük el, de az alapanyagok mikrobiológiai szennyezettségét már a termék gyártásának elején is csökkenthetjük a technológia alkalmazásával (Omer et al., 2015). Egyes tanulmányok azt bizonyítják, hogy a rövidebb érlelési idővel előállított, HHP-val kezelt alapanyagból készült kolbászok mikrobiológiai szempontból jóval kedvezőbb tulajdonságokkal rendelkeznek, mint a hagyományos módon előállítottak, azonban az érzékszervi tulajdonságaik kevésbé jellegzetesek (Omer et al., 2015).

Más tanulmány arra mutatott rá, hogy a már kész, kis pH-értékű kolbászok *Enterococcus* törzsekkel történő beoltása és HHP kezelése (600 MPa, 5 perc) a 21 napos érlelés végére 10 TKE/ml alá csökkentette az *Enterobacteriaceae*-számot, míg a *S. aureus*, *E. faecium* CTC8005 törzseknél egy nagyságrendnyi csökkenést eredményezett (Rubio et al., 2013).

Modell húskészítmények mérési eredményeiből felállított matematikai modellek alapján elmondható, hogy a súlyos élelmiszereredetű megbetegedéseket okozó *Listeria* törzsek szaporodása nagymértékben csökkenthető a HHP technológia alkalmazásával (Possas et al., 2018). Míg például a spanyol chirozo típusú kolbászokon végzett kísérletek alapján felállított modell rávilágított arra, hogy a HHP kezelés nyomásértékének, kezelési idejének növelése, valamint a termék vízaktivitása szinergensen csökkenti a *Listeria monocytogenes* jelenlétét a termékben (Rubio et al., 2018). Ugyanakkor a kutatási

eredményekből látnunk kell azt is, hogy a különböző összetételű szárazárúknál a mikrobiológiai hatás eltérő lehet.

A hazai kutatások alapján elmondható, hogy az érlelés alatt keletkező biogén aminok mennyisége csökkenthető a HHP-val kezelt (500 MPa, 10 perc) tradicionális érlelésű kolbász esetében (Simon-Sarkadi et al., 2012), azonban a HHP-val kezelt hazai termékekről kevés információval rendelkezünk, így a pontosabb képhez további kutatások szükségesek.

### 3. Következtetések

A fentiekben bemutatott nagy hidrosztatikus nyomású technológia alkalmazása kiváló lehetőséget jelent az élelmiszerek élelmiszerbiztonsági kockázatának csökkentésére. A tradicionális húskészítmények esmértében, mint pl. a fermentált szárazárúknál már számos nemzetközi eredménnyel találkozhatunk a témakörben, míg a hazai kutatások csak most kezdődnek.

A tanulmánnyal a célunk az volt, hogy egy átfogó képet adjunk a HHP technológiáról, illetve, hogy bemutassuk, mik is azok a szárazárúk. ezen felül szerettünk volna rávilágítani arra, hogy a technológia alkalmazásában hatalmas potenciál rejlik a hazai húskészítmények esetében is.

### 4. Irodalomjegyzék

Ahn, D.U., Mendonça, A.F., and Feng, X. (2017). Chapter 8 - The Storage and Preservation of Meat: II—Nonthermal Technologies. In Lawrie's Meat Science (Eight Edition), F. Toldra', ed. (Woodhead Publishing), pp. 231–263.

Attrey, D.P. (2017). Chapter 12 - Role of public health food safety laboratories in detection of adulterants/contaminants. In Food Safety in the 21st Century, (San Diego: Academic Press), pp. 161–175.

Bashari, M., Abbas, S., Xu, X., and Jin, Z. (2014). Combined of ultrasound irradiation with high hydrostatic pressure (US/HHP) as a new method to improve immobilization of dextranase onto alginate gel. *Ultrasonics Sonochemistry* 21, 1325–1334.

Brasil, I.M., and Siddiqui, M.W. (2018). Chapter 1 - Postharvest Quality of Fruits and Vegetables: An Overview. In Preharvest Modulation of Postharvest Fruit and Vegetable Quality, (Academic Press), pp. 1–40.

Bruschi, C., Komora, N., Castro, S.M., Saraiva, J., Ferreira, V.B., and Teixeira, P. (2017). High hydrostatic pressure effects on *Listeria monocytogenes* and *L. innocua*: Evidence for variability in inactivation behaviour and in resistance to pediocin bacHA-6111-2. *Food Microbiology* 64, 226–231.

Calvo, M.M., García, M.L., and Selgas, M.D. (2008). Dry fermented sausages enriched with lycopene from tomato peel. *Meat Science* 80, 167–172.



Davis, J., Moates, G., and Waldron, K. (2010). 5 - The environmental impact of pulsed electric field treatment and high pressure processing: the example of carrot juice. In *Case Studies in Novel Food Processing Technologies*, (Woodhead Publishing), pp. 103–115.

Faustman, C., and Suman, S.P. (2017). Chapter 11 - The Eating Quality of Meat: I—Color. In *Lawrie's Meat Science (Eight Edition)*, F. Toldra', ed. (Woodhead Publishing), pp. 329–356.

Fellows, P.J. (2017). 8 - Overview of heat processing. In *Food Processing Technology (Fourth Edition)*, (Woodhead Publishing), pp. 515–522.

Hester, P.Y. (2017). Chapter 32 - Preventive Measures for Avoiding the Deleterious Effects of Heat Stress on Egg Production and Quality. In *Egg Innovations and Strategies for Improvements*, (San Diego: Academic Press), pp. 337–346.

Kerry, J.P., and Tyuftin, A.A. (2017). Chapter 10 - Storage and Preservation of Raw Meat and Muscle-Based Food Products: IV Storage and Packaging. In *Lawrie's Meat Science (Eight Edition)*, F. Toldra', ed. (Woodhead Publishing), pp. 297–327.

Liu, F., Li, R., Wang, Y., Bi, X., and Liao, X. (2014). Effects of high hydrostatic pressure and high-temperature short-time on mango nectars: Changes in microorganisms, acid invertase, 5-hydroxymethylfurfural, sugars, viscosity, and cloud. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 22, 22–30.

Oey, I., Lille, M., Van, L., and Hendrickx, M. (2008). Effect of high-pressure processing on colour, texture and flavour of fruit- and vegetable-based food products: a review. *Trends in Food Science and Technology* 19, 320–328.

Ojha, K.S., Kerry, J.P., Duffy, G., Beresford, T., and Tiwari, B.K. (2015). Technological advances for enhancing quality and safety of fermented meat products. *Trends in Food Science & Technology* 44, 105–116.

Omer, M.K., Prieto, B., Rendueles, E., Alvarez-Ordoñez, A., Lunde, K., Alvseike, O., and Prieto, M. (2015). Microbiological, physicochemical and sensory parameters of dry fermented sausages manufactured with high hydrostatic pressure processed raw meat. *Meat Science* 108, 115–119.

Possas, A., Pérez-Rodríguez, F., Valero, A., Rincón, F., and García-Gimeno, R.M. (2018). Mathematical approach for the *Listeria monocytogenes* inactivation during high hydrostatic pressure processing of a simulated meat medium. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 47, 271–278.

Rubio, B., Possas, A., Rincón, F., García-Gimeno, R.M., and Martínez, B. (2018). Model for *Listeria monocytogenes* inactivation by high hydrostatic pressure processing in Spanish chorizo sausage. *Food Microbiology* 69, 18–24.

Rubio, R., Bover-Cid, S., Martín, B., Garriga, M., and Aymerich, T. (2013). Assessment of safe enterococci as bioprotective cultures in low-acid fermented sausages combined with high hydrostatic pressure. *Food Microbiology* 33, 158–165.

Sikes, A.L., and Warner, R. (2016). 10 - Application of High Hydrostatic Pressure for Meat Tenderization. In *Innovative Food Processing Technologies*, (Woodhead Publishing), pp. 259–290.

Simon-Sarkadi, L., Pásztor-Huszár, K., Dalmadi, I., and Kiskó, G. (2012). Effect of high hydrostatic pressure processing on biogenic amine content of sausage during storage. *Food Research International* 47, 380–384.

Zhu, J., Wang, Y., Li, X., Li, B., Liu, S., Chang, N., Jie, D., Ning, C., Gao, H., and Meng, X. (2017). Combined effect of ultrasound, heat, and pressure on *Escherichia coli* O157:H7, polyphenol oxidase activity, and anthocyanins in blueberry (*Vaccinium corymbosum*) juice. *Ultrasonics Sonochemistry* 37, 251–259.

## A gutaütés tüneteinek felmérése egy hazai kajszifajtagyűjteményben

**Vigh Dóra**

vighdora94@gmail.com

Növénykórtani Tanszék

Kajszifák pusztulásával szinte minden évben lehet találkozni a legkülönbözőbb abiotikus, biotikus vagy termesztéstechnológiából adódó okok következtében, ezzel teret adva olyan károsítóknak, melyek ellen a védekezés még nem megoldott, így esetenként súlyos veszteségeket okozva a gazdálkodóknak. A kajszitermesztés egyik korlátozó tényezője a kajszifajtagutaütésszerű pusztulása, mely nem ismeretlen fogalom a hazai termesztők körében. A kajszifajtagutaütésért felelős kórokozók köre igen széles. Ezek a kórokozók külön-külön önmagukban, de együttesen is a fák pusztulását okozhatják. Ezen betegségkomplex tagja a *Verticillium dahliae* kórokozó gomba is, melynek tüneti felmérésére terepi vizsgálataink során figyelmet fordítottunk.

Magyarországon kevés kutatás irányul ezen kórokozó vizsgálatára, ezért is tartjuk fontosnak ennek a területnek a részletesebb feltérképezését, vizsgálatát. Kutatásunk során célul tűztük ki a NAIK-Ceglédi Állomás kajszifajtagyűjteményének feltérképezését, a kajszifák fertőzöttségének felmérését.

A szabadföldi értékelést, a tüneti megfigyeléseket a NAIK-Gyümölcsstermesztési Kutatóintézet Ceglédi Kutató Állomás kajszibarack fajtagyűjteményében végeztük 2017. június, július és augusztus hónapokban, ahol feltételezhető volt a verticilliumos pusztulás jelenléte. Az állományvizsgálat során fertőzöttségi kategóriák felállításával jól tudtuk jellemezni a fajtagyűjtemény állapotát. A kórokozóra jellemző tüneteket tapasztaltunk, mely a fertőzés következtében egy-egy ágon vagy az egész lombozatra kiterjedve a levelek sárgulásában, hervadásában nyilvánult meg. Ezzel párhuzamosan a vegyes korú ültetvényben egy-egy fertőzött kajszifafajta részlegesen vagy teljes mértékben elpusztult a 3 hónapos vizsgálati időszak alatt. Azt tapasztaltuk, hogy igen rövid idő elteltével is észlelhető változás történt az állomány kondíciójában. A megbetegedés mértékét jelző kategóriákon belül hónpról-hónapra fokozatosan emelkedett a tünetet mutató fák száma, így egy vagy két kategória szintjét is átlépték a havi terepszemlék során. Első szemrevételezésünk alatt (június) az elhalt fák 5,8 %-ot tettek ki, míg ez az érték augusztusra 10,2 % volt, ez több, mint 1,5-szeres növekedés, ami igazolhatja a megbetegedés gyors lefolyását. A véletlenszerűen kiválasztott, egyes fák keresztmetszeti képét megvizsgálva a tracheomikózis tünetét is észleltük.

Tüneti felméréseink során következtethetünk arra, hogy a *Verticillium dahliae*, mint az apoplexiát kiváltó kórokozók tagjaként jelen lehet a vizsgált ültetvényben. Ezzel egy időben nem zárhatjuk ki más kórokozók jelenlétét sem, melynek megállapítására további vizsgálatok szükségesek.

## **Mák és levendula: intraspecifikus makro-és mikroelem-tartalom különbségek és az ipari melléktermékek hasznosíthatósága**

**Poppy and lavender: intraspecific differences of macronutrient and microelement contents and the potential use of the by-products**

***Zubay Péter, Jókainé Szatura Zsuzsanna, Gosztola Beáta, Pluhár Zsuzsanna, Détár Enikő, Zámoriné Németh Éva, Szabó Krisztina***

[zubaypeter@gmail.com](mailto:zubaypeter@gmail.com)

<sup>1</sup>Szent István Egyetem - Gyógy- és Aromanövények Tanszék; <sup>2</sup>Szent István Egyetem – Alkalmazott Kémia Tanszék; 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

### **Összefoglalás**

A kutatás célja a mák (*Papaver somniferum* L.) és levendula (*Lavandula angustifolia* Mill.) fajok különböző fajtái közötti makro- és mikroelem-tartalomban fellelhető intraspecifikus különbségek meghatározása, valamint ezen fajok vaspótlást célzó-, ipari melléktermék (mákpogácsa, levendula lepárlási maradék) hasznosítás-orientált vizsgálata volt. Nyolc mákfajtát, három levendulafajtát, mákpogácsát, valamint levendula lepárlási maradékot vizsgáltuk ICP-OS és atomabszorpciós spektrofotometria módszerekkel. A vizsgált mákfajták között intraspecifikus makro- és mikroelem-tartalom különbségek voltak. Sem a mákpogácsa-, sem a levendula lepárlási maradék vizsgált beltartalmi értékei nem csökkentek az eredeti növényanyaghoz képest. A mákpogácsa kiemelten perspektivikus alapanyag élelmiszerrel történő vaspótlás céljából, a mákfajták közötti fajtaspecifikus makro- és mikroelem akkumuláció meghatározásához további vizsgálatok szükségesek.

***Kulcsszavak:*** melléktermék, vastartalom, mákpogácsa, lepárlási maradék

### **1. Bevezetés, a munka célja**

Az UNKP pályázat kutatási tevékenysége során célunk volt a vashiánnyal küzdő betegek- és a fokozott vasbevitt igénylő sportolók, illetve kismamák számára kiegészítő vaspótlásra alkalmas, gyógynövény alapú termékek potenciális alapanyagainak-, valamint a mák (*Papaver somniferum* L.) és levendula (*Lavandula angustifolia* Mill.) fajok ipari melléktermékeinek hasznosíthatóságát célzó vizsgálata.

Mindennek megfelelően a célokat a következőképp rendszereztük: 1. A mák makro- és mikroelem tartalmában tapasztalható intraspecifikus különbségek megállapítása fontosabb hazai ipari-étkezési, őszi-tavaszi fajták vizsgálatával. 2. A levendula vastartalmában tapasztalható intraspecifikus különbségek megállapítása három fajta vizsgálatával. 3. A beltartalmi paraméterek módosulása a mákpogácsában hidegen történő olajsajtolás hatására, valamint a levendula lepárlási maradékában lévő vastartalom meghatározása a vízgőzdesztillációt követően.

## 2. Irodalmi áttekintés

A gyógy- és aromanövények gyógyszer- és kozmetikai ipari felhasználása mellett az élelmiszeripar általi kereslet is folyamatos növekedést mutat (BERNÁTH, 2013). A gyógynövények a hatóanyagaik mellett fontos biológiai-életteni funkciókért felelős makro- (Na, K, Mg, Ca, P, S, Cl) és mikroelemeket (Mn, Zn, Fe, Cu, Mo, B) tartalmaznak (SZABÓ és REGUISNÉ, 1987; RAMASASTRI, 1983; KUMARAVEL és ALAGUSUNDARAM, 2014). A mákmag nem számít nagy vastartalmúnak a gyógynövény drogok körében, azonban, mint olaj- és élelmiszernövény, nagy mennyiségben illeszthető táplálékunkba. A levendula vastartalma kimagasló (1229 mg/kg), de táplálkozási funkciója fűszernövény szerepén nem mutat túl (ÖZCAN, 2003).

A mákmag vastartalmát illetően különböző szerzők különböző eredményekre jutottak: 91,1 mg/kg (ÖZCAN, 2003); 29 mg/kg (YADAV, 2007); 44,8 mg/kg (AZCAN et al., 2004); 149,64 mg/kg (OZKAYA et al., 2013). Ezen kutatási eredmények intraspecifikus különbségekre utalnak. A hazai nemesítésű mákfajták makro- és mikroelem összetételére – kiemelten vastartalmára - vonatkozóan nincs információ. A nemzetközi szakirodalomban is alig néhány kutatás foglalkozik ásványianyag szempontú fajtakülönbségekkel, egy ilyen 64,1 – 104,5 ppm értékek közötti vastartalmat ír le hét török mákfajta esetén (ÖZCAN és ATALAY, 2006). A fehérmagvú- és a kékmagvú változatok között különbség mutatkozik a zsírosolaj és a fehérjetartalom százalékos eloszlásában (EKLUND és AGREN, 1974), valamint a gyógyszeripari felhasználás szempontjából legfontosabb komponensek: a morfin és a kodein tartalom terén is (LO és CHUA, 1992; HAYES et al., 1987). A mákpogácsa komplementer takarmánnyként használható a szarvasmarha tartásban, valamint kutatott a fűrtartásban is (AKINCI és BAYRAM, 2003). Napjainkban szuperkritikus CO<sub>2</sub> extrakció- és előzetes pörkölést-, vagy enzimkezelést követő hidegen sajtolási technológiafejlesztés segítségével próbál az ipar nagyobb zsírosolaj kihozatalt és minőségjavulást elérni (EMIR et al., 2015; BOZAN és TEMELLI, 2003).

A levendula a nagy vastartalmú fűszerek közé tartozik (DIRVIKLI et al, 2006), melyet illóolajáért termesztünk, s azt vízgőzdesztillációval nyerjük ki. A lepárlási maradék, mint mindennek ipari

mellékterméke, hagyományosan talaj tápanyagutánpótlás és bioüzemanyag előállítás során kerül hasznosításra. Ezen lepárlási maradék gazdag ásványi anyagokban, szénben és antioxidáns anyagokban (rozmaringsav, apigenin, terpenoidok, fenolsavak), mely perspektivikus alapanyaggá lépteti elő a fehér-biotechnológia (élő szervezetekből- és azok enzimeiből történő szintézise különféle kémiai, textilipari, élelmiszeripari, gyógyszeripari anyagoknak) (FRAZETTO, 2003) számára (LESAGE-MEESSEN et al., 2015).

A vashiány napjaink legégetőbb élelmészügyi problémái közé tartozik, az egyik legkomolyabb kockázati tényezője a fogyatékoság kialakulásának és a halálesetek bekövetkezésének, mintegy 2 milliárd embert érint világszerte. Az élelmiszerek vassal történő dúsítása a legpraktikusabb, legfenntarthatóbb és leginkább költséghatékony- és hosszútávú megoldása a vashiány kezelésének. A dúsítás technikai kérdései kihívást jelentenek, azonban a célzott növény-nemesítés jó alapul szolgálhat a célok eléréséhez (ZIMMERMANN és HURRELL, 2007).

### 3. Vizsgált anyagok és alkalmazott módszerek

#### Növényanyag:

*Mák:*

Nyolc mákfajta (1. táblázat) makro- és mikroelem tartalmát vizsgáltuk fajtaösszehasonlítás céljából. A növényanyag kitermesztésének helye a SZIE Soroksári Kísérleti Üzem és Tangazdasága-, ideje 2015. és 2018. évek voltak. A mintavételezés módja tömeg mintavétel volt, melyből három biológiai-, valamint három laboratóriumi-mérési ismétlést alkalmaztunk.

#### 2. táblázat: Vizsgált mákfajták tulajdonságai

| Fajta neve                 | Felhasználás | Termesztéstechnológia |
|----------------------------|--------------|-----------------------|
| 'Botond'                   | ipari        | tavaszi vetés         |
| 'Hunor'                    | ipari        | őszi vetés            |
| 'Korona'                   | ipari        | tavaszi vetés         |
| 'Lilla'                    | étkezési     | őszi vetés            |
| 'MB törzs'                 | ipari        | tavaszi vetés         |
| 'T18 fehér-magvú tájfajta' | étkezési     | őszi vetés            |
| 'T28'                      | étkezési     | őszi vetés            |
| 'Zénó Plusz'               | étkezési     | őszi vetés            |

A mákmag- és annak olajsajtolása során keletkező melléktermék – mákpogácsa – összehasonlítására Leila fajtanevű, étkezési felhasználási célú, őszi vetési termesztéstechnológiájú mákfajtát használtunk, melynek kitermesztési helye Tolnanémedi volt, 2018. évben. A mintavételezés módja tömeg mintavétel volt.

#### *Levendula:*

Három levendulafajta ('Budakalászi', 'Mailette', 'Hidcote') vastartalmát vizsgáltuk. A növényanyag kitermesztési helye a SZIE Soroksári Kísérleti Üzem és Tangazdasága-, ideje 2018 év volt. Mindhárom levendulafajta ültetvény 2017 évben került telepítésre, a szaporítás módja magról történő helybevetés volt. A mintavételezés módja tömeg mintavétel volt, melyből három biológiai-, valamint három laboratóriumi-mérési ismétlést alkalmaztunk.

#### **Melléktermékek kinyerése:**

##### *Mákmag olajsajtolása:*

A mákmag olajsajtolása 1,5 kW teljesítményű hidegen sajtoló berendezéssel történt, melynek típusa: csigás növényolajprés op11-f. Az olajsajtoló üzem telephelye Borsodszirák. 2 kg mákmag hidegen történő olajsajtolását követően vettünk tömegmintát a melléktermékként képződő mákpogácsából.

##### *Vízgőzdesztilláció:*

A levendula lepárlási maradéka a levendula vízgőzdesztillációval történő illóolajlepárlása során keletkezett. A levendula drog (*Lavandulae flos*) mintavételezése tömeg mintavétel volt, melyből három, 10 g tömegű biológiai ismétlést alkalmaztunk a vízgőzdesztilláció során. A vízgőzdesztilláció Clevenger-típusú lepárló készüléken történt a VII. Magyar Gyógyszerkönyv metodikai útmutatásának megfelelően (ANONYMUS, 1986). A lepárlási maradék szárítása szobahőmérsékleten történt, légszáraz állapotig.

#### **Beltartalmi értékek mérési módszerei:**

##### *Makro- és mikroelemek meghatározása a mák mintákban:*

Mintaelőkészítéskor 0,5 g mintára 5 ml tömény (65%-os) salétromsavat helyeztünk, melyben 12 órát állt a minta. Ezt követően 3 ml 30%-os hidrogén-peroxidot mértünk rá, lefedtük, majd 60 percig roncsoltuk mikrohullámú roncsolóban. Roncsolási program: 20 perc fűtés 250 psi-re, 15 perc ott tartás, 20 perc lehűtés. A roncsolmányt szobahőmérsékletre hűtöttük, majd ioncserélt vízzel 25 ml végtérfogatra



töltöttük. A roncsolt mintát porlasztottuk az ICP-OES készülékbe. A roncsoló típusa: CEM MARS 5. A reagensok analitikai tisztaságú Merck gyártmányok voltak. A mérés Perkin Elmer Optima 8000 monokromátoros készüléken történt, melynek paraméterei: plasma gas: 15 L/min, nebulizer gas: 0,6 L/min, power 1300 W, sample flow rate: 1,5 ml/min. Az elemek elemző hullámhosszai a következők voltak: Ca: 315.887 nm; Cu: 324.752 nm; Fe: 259.939 nm; K: 766.490 nm; Mg: 279.077 nm; Mn: 257.610 nm; Na: 589.592 nm; Zn: 213.857 nm. A makro- és mikroelemek meghatározása a SZIE Élelmiszertudományi Kar, Alkalmazott Kémia Tanszékén történt.

#### *Vastartalom meghatározása a levendula mintákban:*

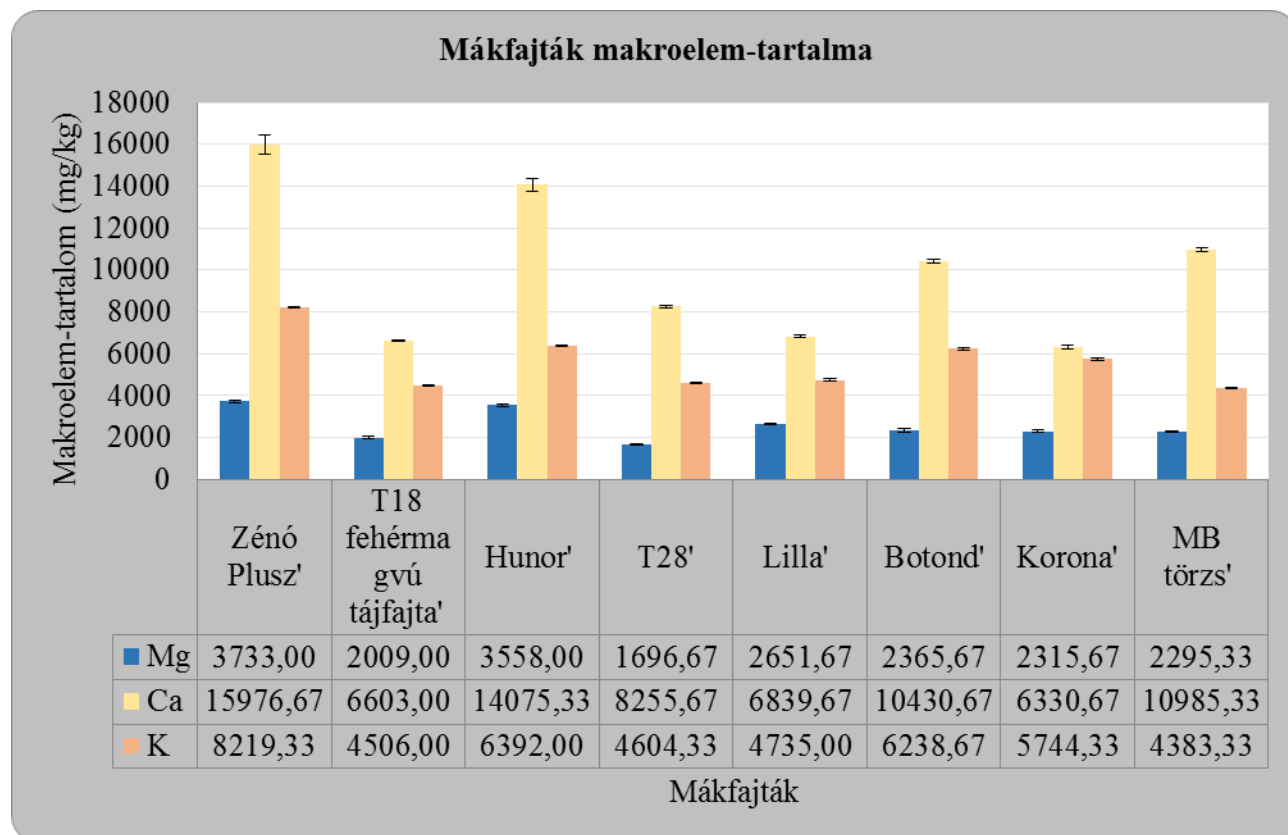
Mintaelőkészítéskor savas roncsolást, majd szárazhamvasztást alkalmaztunk (ALLEN és PARKINSON, 1969) módszere alapján. Savas roncsoláskor 200 g finoman porított növényi anyaghoz 100 cm<sup>3</sup>-es Kjeldahl-lombikban 0,5 cm<sup>3</sup> kénsavat, 1,0 cm<sup>3</sup> perklórsavat (60%) és 5 cm<sup>3</sup> salétromsavat adtunk. A melegítést folyamatosan fokoztuk, míg a kénsav vissza nem folyt a lombik falán. Amikor a szerves anyag teljesen elroncsolódott, lehűtöttük, 50 cm<sup>3</sup>-es lombikba öntöttük és vízzel jelig töltöttük. Szárazhamvasztáskor 200 mg finoman porított mintát kvarctégelyben a hideg izzókemencébe helyeztünk. A hőmérsékletet 450 °C-ra növeltük, majd 3 órán át hamvasztottuk a mintát. A hamut kihűlés után 5 cm<sup>3</sup> 5 mólos sósavban oldottuk, 50 cm<sup>3</sup>-es mérőlombikba szűrtük és vízzel jelig töltöttük. A mérés atomabszorpciós spektrofotométeren történt a Corvinus-Fitolaborban.

A vizsgált beltartalmi összetevők és a kezelések közötti kapcsolat statisztikai értékelése folyamatban van.

#### **4., Kísérleti eredmények és kiértékelésük**

Az UNKP pályázat kutatási tevékenysége során sikeresen vizsgáltuk nyolc hazai nemesítésű ipari-étkezési, őszi-tavaszi mákfajta makro- és mikroelem tartalmában tapasztalható intraspecifikus különbségeket. Megállapítottunk három levendulafajta vastartalmat illető különbségeit. Emellett sikeresen vizsgáltuk a hidegen történő olajsajtolás hatását a mákmag makro- és mikroelem tartalmára vonatkozóan, továbbá vízgőzdesztilláció hatását a levendula lepárlási maradékának vastartalmára vonatkozóan.

Mindemellett folyamatban van a levendula eredeti növénymintáit és azok lepárlási maradékait az antioxidáns kapacitás és összes fenolsav tartalom szempontjaiból történő összevetése, valamint a pályázat összes eredményét érintő biostatistikai értékelés.



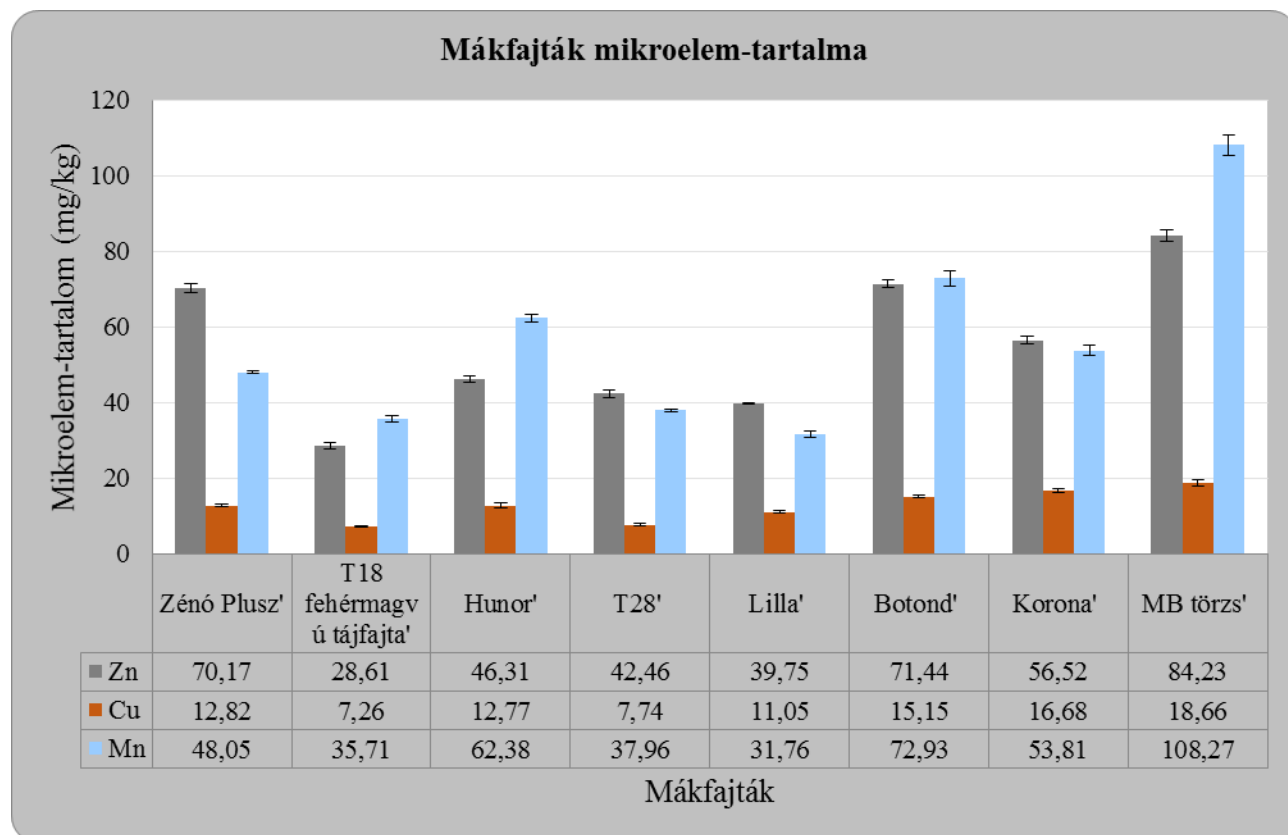
1. ábra: Mákfajták makroelem-tartalma

A mákfajták makroelem-tartalma esetén három elemet vizsgáltunk: a magnéziumot (Mg), a kalciumot (Ca) és a káliumot (K).

A nyolc vizsgált mákfajta magnéziumtartalmának átlaga 2578,13 mg/kg-, szórása 716,55 mg/kg volt. A legkisebb mennyiségben a 'T28' fajta (1696,67 mg/kg) tartalmazott magnéziumot, a legnagyobb mennyiségben a 'Hunor' fajta (3558 mg/kg).

A kalciumtartalom átlagértéke 9937,13 mg/kg-, szórása 3615,19 mg/kg volt a nyolc vizsgált mákfajta tekintetében. A legkisebb mennyiségben a 'Korona' fajta (6330,67 mg/kg)-, legnagyobb mennyiségben a 'Zénó Plusz' fajta (15976,67 mg/kg) tartalmazott kalciumot.

A káliumtartalom átlagértéke 5602,88 mg/kg-, szórása 1327,37 mg/kg volt a vizsgált mákfajták esetén. A legkisebb káliumtartalmú az 'MB törzs' (4383,33 mg/kg), a legnagyobb káliumtartalmú a 'Zénó Plusz' (8219,33 mg/kg) fajta volt.



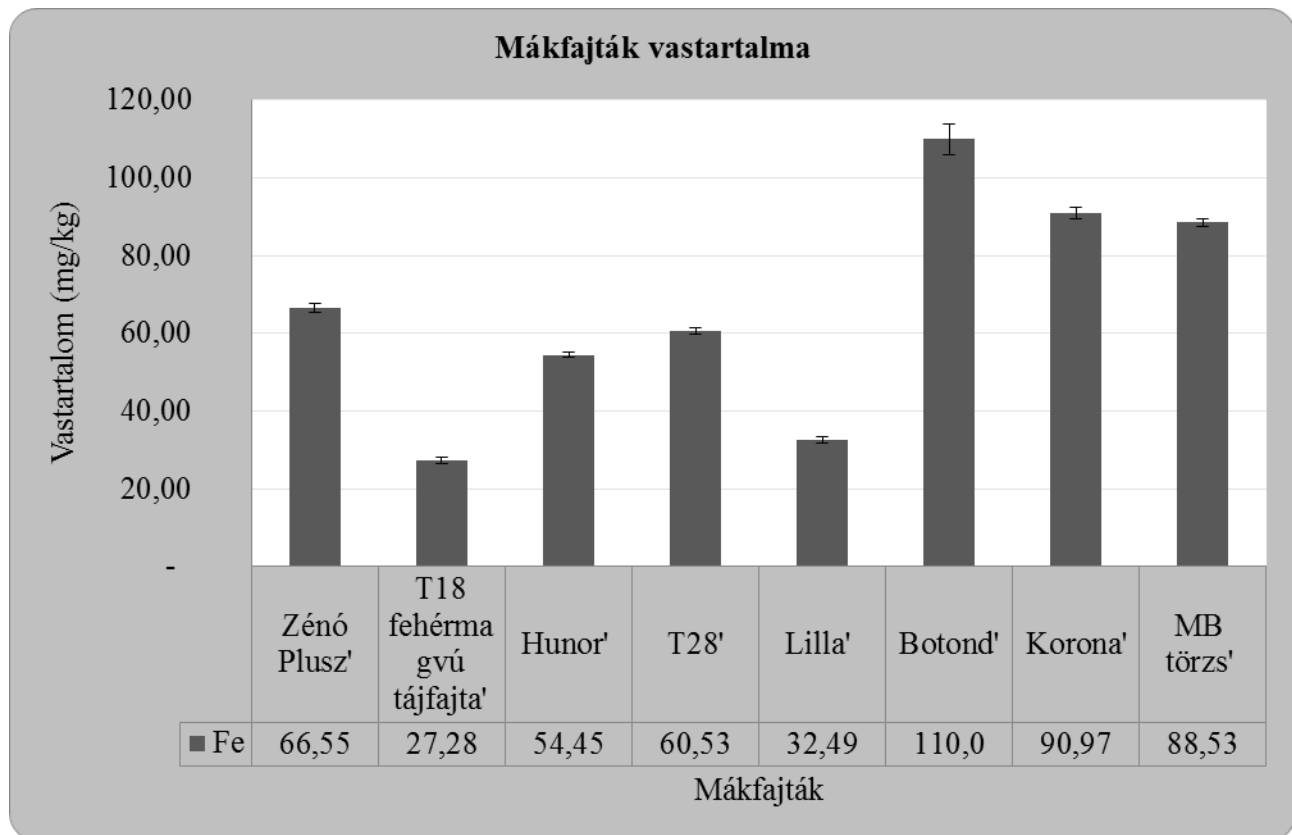
2. ábra: Mákfajták mikroelem-tartalma

A mákfajták mikroelem-tartalma esetén három elemet vizsgáltunk: a cinket (Zn), a rézet (Cu), valamint a mangánt (Mn).

A nyolc vizsgált mákfajta cinktartalmának átlaga 54,94 mg/kg-, szórása 18,97 mg/kg volt. A legkisebb mennyiségben a 'T18' fajta (28,61 mg/kg) tartalmazott cinket, a legnagyobb mennyiségben az 'MB törzs' (84,23 mg/kg).

A réztartalom átlagértéke 12,77 mg/kg-, szórása 4,04 mg/kg volt a nyolc vizsgált mákfajta tekintetében. A legkisebb mennyiségben a 'T18 fehérmagvú tájfajta' fajta (7,26 mg/kg)-, legnagyobb mennyiségben az 'MB törzs' (18,66 mg/kg) tartalmazott rézet.

A mangántartalom átlagértéke 56,36 mg/kg-, szórása 25,21 mg/kg volt a vizsgált mákfajták esetén. A legkisebb mangántartalmú a 'Lilla' (31,76 mg/kg), a legnagyobb mangántartalmú az 'MB törzs' (108,27 mg/kg) volt.

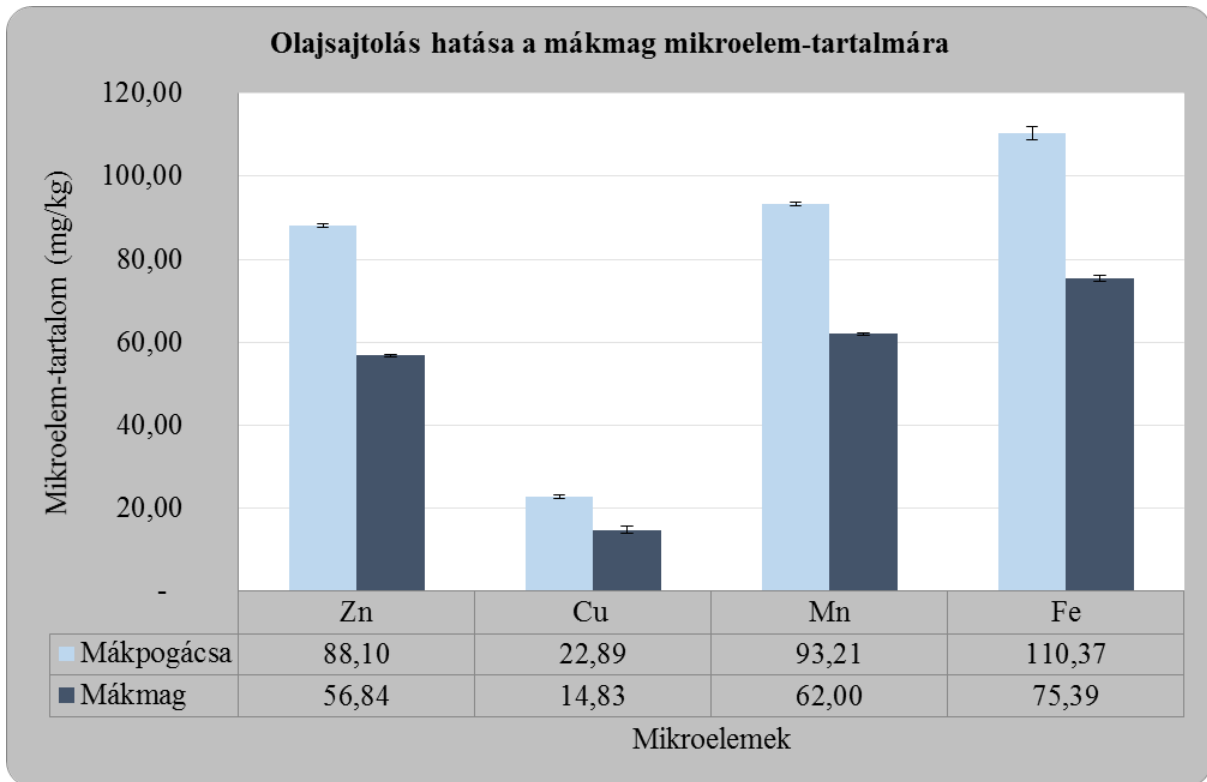


3. ábra: Mákfajták vastartalma

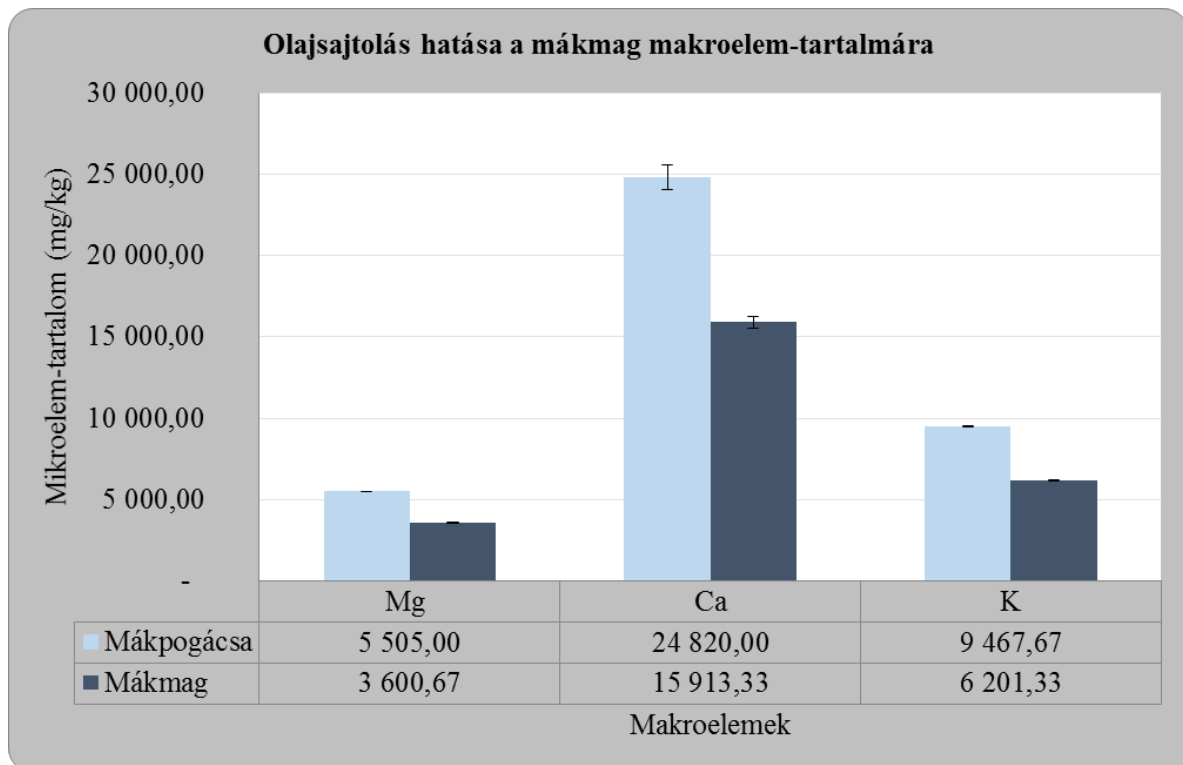
A hazai nemesítésű mákfajták vastartalmának vizsgálata kutatási célkitűzéseink princípiumát képezte, ennek megfelelően külön foglalkozunk értékelésével. A nyolc vizsgált mákfajta vastartalmának átlagértéke 66, 36 mg/kg-, szórása 28,92 mg/kg volt. Legkisebb mennyiségben a 'T18 fehérmagvú tájfajta', legnagyobb mennyiségben a 'Botond' fajta tartalmazott vasat.

A mért makro- és mikroelemek adataiból kiviláglik, hogy a fehérmagvú fajta a szakirodalom egyéb beltartalmi értékekre (zsírosolaj-, fehérje, morfin-, kodein tartalom) vonatkozóan megállapított eltéréseivel egyetemben a makro-, és mikroelem-tartalom szempontjából is szabályszerűen eltér a kékmagvú fajtáktól, mely a vastartalom esetén is fennáll.

Érdemes észrevenni, hogy a három legnagyobb vastartalmú fajta ('Botond', 'Korona', 'MB törzs') mindegyike ipari hasznosítású és tavaszi vetési termesztéstechnológiájú. Ezen összefüggést árnyalja, hogy ezek a 2015. évben kitermesztett fajták, mely tény évjárathatás eshetőségét jelzi. Az évjárathatás feltevését erősíti a további mikroelemek esetén tapasztalt, az egyéb fajtáktól nagyobb beltartalom, gyengíti, hogy a makroelemek felhalmozódása esetén nem mutatnak az adatok szakmailag relevánsan eltérő, a többi fajtától szabályszerűen nagyobb eredményeket.



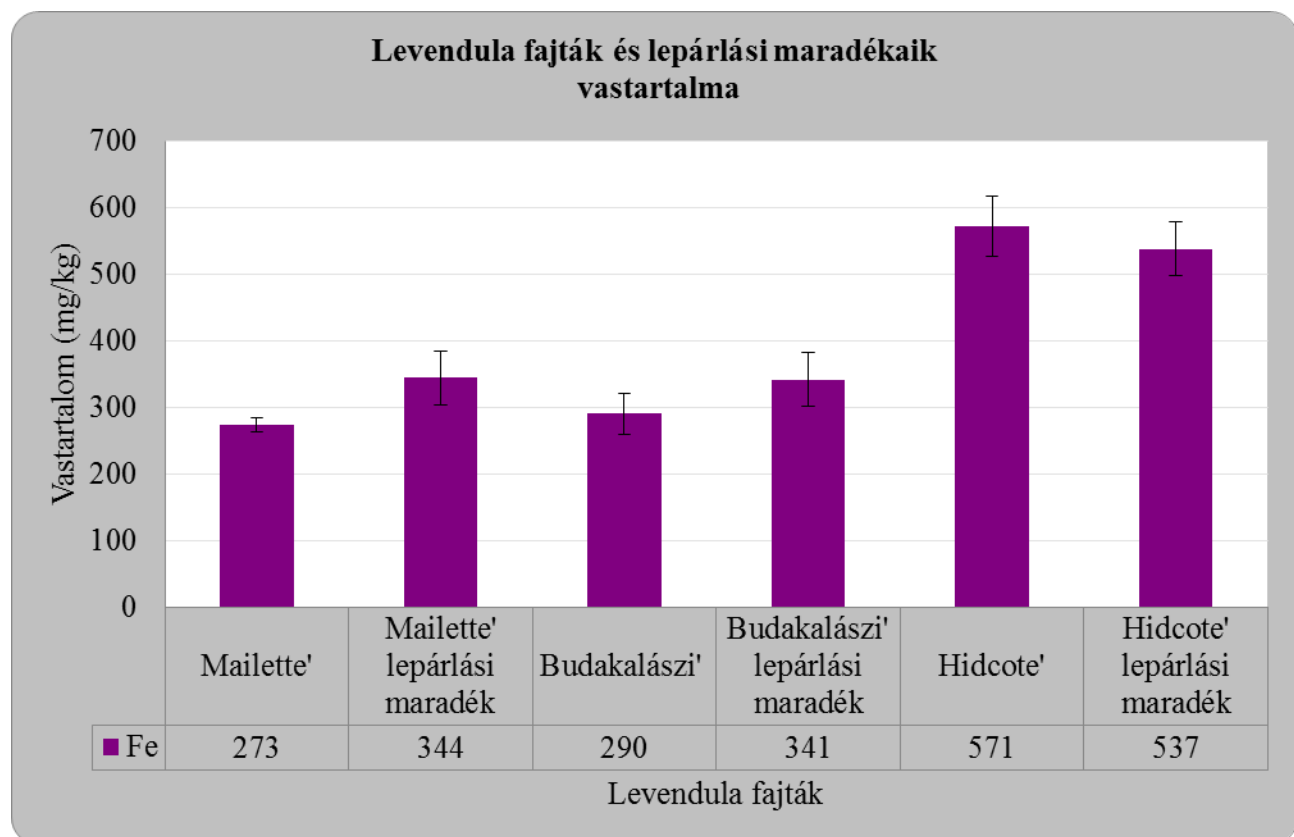
4. ábra: Olajsajtolás hatása a mákmag mikroelem-tartalmára



5. ábra: Olajsajtolás hatása a mákmag makroelem-tartalmára

A mákmag hidegen történő olajsajtolására vonatkozó vizsgálati adatok alapján egyértelműen kijelenthető, hogy a mákmag nem veszít sem makro-, sem mikroelem tartalmából ezen feldolgozási metódus során. A mákmagban és mákpogácsában mért makro- és mikroelem koncentráció alapján szakmailag releváns megállapítás, hogy a mákpogácsában a préselés hatására a mákmaghoz képest megfigyelhető egységnyi mennyiségre vetített koncentráció növekedés aránya megegyezik a kipréselt zsírosolaj mennyiség arányával.

A vizsgált beltartalmi paraméterek alapján kiéleződik a mákmag olajsajtolása során keletkező ipari melléktermék, a mákpogácsa nagy makro-és mikroelem tartalmából fakadó, élelmiszeripari felhasználási szempontú perspektivikussága.



6. ábra: Levendula fajok és lepárlási maradékaik vastartalma

A három vizsgált levendulafajta közül a 'Hidcote' tartalmazott a másik két fajtához képest nagyságrendileg nagyobb mennyiségben vasat (571 mg/kg), a 'Mailette' és 'Budakalászi' fajták vastartalma nagyságrendileg megegyezett (273 és 290 mg/kg).

A mért adatokból kiderül, hogy a levendula illóolaj lepárlása – vízgőzdesztillációval történő kezelés – során keletkező melléktermék, a lepárlási maradék a három vizsgált mintából két esetben nagyobb vastartalommal-, egy esetben kisebb vastartalommal rendelkezett, mint a kiinduló növényi anyag. A lepárlási maradékban tapasztalt vastartalom növekedés szakmailag releváns magyarázata lehet a lepárlás során távozó illóolajmennyiség mértékében vastartalom szempontjából koncentrálnódó lepárlási maradék. Ezt a hiptézist alátámasztja, hogy semmilyen szakmai megfontolás nem indokolja-, valamint szakirodalmi információ is jelzi, hogy a vízgőzdesztilláció során nyomelemek nem jutnak át a lepárolt növényanyagból az illóolajba (BOZHANOV et al., 2007). Ezen magyarázatot némileg megkérdőjelezi, hogy a vaskoncentráció-növekedés (26%, 17%) túlmutat a lepárolt illóolajmennyiség arányán (3-5%), valamint a 'Hidcote' fajta lepárlási maradéka esetén tapasztalt vastartalom csökkenés. A vastartalom változás okának meghatározásakor a mérési hiba sem kizárható.

A levendula fajták és lepárlási maradékaik antioxidáns kapacitás és összes fenol-tartalom meghatározása, valamint az összes mért beltartalmi paraméter statisztikai értékelése folyamatban van.

## 5., Következtetések

A kutatási eredmények alapján kijelenthető, hogy intraspecifikus különbségek vannak a makro- és mikroelem tartalom szempontjából különböző hazai nemesítésű mákfajták között. A különbségek okainak egyértelmű meghatározása további, szabályozott környezeti tényezők – növénynevelő klímakamrák - között történő vizsgálatokat igényel. Jelen kutatás eredményei iparterületek közötti – gyógyszer- és élelmiszeripari – szorosabb kutatás-fejlesztési és termelési együttműködést indukálhatnak a gyógyszeripari felhasználási célú mákfajták kedvező makro- és mikroelem összetételére építve. Új nemesítési irányt jelenthet a kiemelkedő makro- és mikroelem-tartalommal bíró fajták esetén ezen beltartalmi értékek növelése. A mákmag zsírosolajának hidegen történő sajtolása során keletkező melléktermék, a mákpogácsa makro- és mikroelemekben gazdag anyag, vastartalma jelentős, ezen értékei nem csökkennek az olajsajtolás hatására. A mákpogácsa a globális élelmezési krízisként megjelenő minőségi éhezés- és vashiány elleni küzdelemben a megfelelő élelmiszeripari termékfejlesztés és technológiai adaptáció útján fontos szerepet tölthet be a jövőben.

A vizsgált három levendulafajta között intraspecifikus különbségek vannak vastartalmuk szempontjából. A levendula illóolaj lepárlása során keletkező melléktermék, a lepárlási maradék vasban gazdag anyag, mely élelmiszeripari felhasználási perspektíváját kívánta felvetni kutatásunk.

## 6. Irodalomjegyzék

- AKINCI, Z., BAYRAM, I. (2003): Effects of poppy seed meal on egg production and hatching results in quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Research in Veterinary Science*. 75. 141–147.
- ALLEN, S. E., PARKINSON, J. A. (1969): *Spectrovision*. 22. 2.
- AZCAN, N., OZTURK, K., KARA M. (2004): Investigation of urkish poppy seeds and seed oils. *Chemistry of Natural Compounds*. 40. 4.
- BERNÁTH, J. (2013): Gyógy- és illóolajos növények termelésének, felhasználásának várható bővülése. In: BERNÁTH, J. (szerk.) (2013): *Vadon termő és termesztett gyógynövények*, Mezőgazda Kiadó, Budapest. 17-18.
- BOZAN, B., TEMELLI, F. (2003): Extraction of Poppy Seed Oil Using Supercritical CO<sub>2</sub>. *Journal of Food Science*. 68. 2. 422-426.
- BOZHANIV, S., KARADJOVA, I., ALEXANDROV, S. (2007): Determination of trace elements in Lavender inflorescence (*Lavandula angustifolia* Mill.) – Lavander oil system. *Microchemical Journal*. 86. 119-123.
- DIVRIKLI, U., HORZUM, N., SOYLAK, M., ELCI, L. (2006): Trace heavy metal contents of some spices and herbal plants from western Anatolia, Turkey. *International Journal of Food Science and Technology*. 41. 712–716.
- EKLUND, A., AGREN, G. (1974): Nutritive Value of Poppy Seed Protein. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 52. 188-190.
- EMİR, D., AYDENİZ, B., YILMAZ, E. (2015): Effects of roasting and enzyme pretreatments on yield and quality of cold-pressed poppy seed oils. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 39. 260-271.
- FRAZETTO, G. (2003): White biotechnology. *EMBO Rep*. 4. 9. 835-837.
- HAYES, W. L., KRASSEL, G. W., MUEGGLER, P. A. (1987): Concentrationsof Morphineand Codeine in Serum and Unne after Ingestionof Poppy Seeds. *Clin. Chem*. 33. 6. 806-808.
- KUMARAVEL, S., ALAGUSUNDARAM, K. (2014): Determination of Mineral Content in Indian Spices by ICP-OES. *Oriental Journal of Chemistry*. 30. 631-636.
- LESAGE-MEESSEN, L., BOU, M., SIGOILLOT, J-C., FAULDS, C. B., LOMASCOLO, A. (2015): Essential oils and distilled straws of lavender and lavandin: a review of current use and potential application in white biotechnology. *Appl Microbiol Biotechnol*. 99. 3375–3385.
- LO, D. S. T., CHUA, T. H. (1992): Poppy Seeds: implications of consumption. *Med. Sci. Law* 32. 4. 296-302.



OZKAYA, A., CIFTCI, H., YILMAZ, O., ZAFER TEL, A., CIL, A., SITKI, C. B. (2013): Vitamin, Trace Element, and Fatty Acid Levels of *Vitex agnus-castus* L., *Juniperus oxycedrus* L., and *Papaver somniferum* L. Plant Seeds. Journal of Chemistry.

ÖCZAN, M. M., ATALAY, C. (2006): Determination of seed and oil properties of some poppy (*Papaver somniferum* L.) varieties. GRASAS Y ACEITES. 57. 2. 169-174.

ÖZCAN, M. (2003): Mineral contents of some plants used as condiments in Turkey. Food Chemistry. 84. 437–440.

Pharmacopoeia Hungarica (1986): VII. Medicina könyvkiadó, Tomus I. Budapest, 1986. 395–398.

RAMASASTRI, B.V. (1983): Calcium, iron and oxalate content of some condiments and spices. Qual Plant Plant Foods Hum Nutr. 33. 11-15.

SZABÓ, S. A., REGUISNÉ M. Á. (1987): Mikroelemek a mezőgazdaságban, Mezőgazda Kiadó, Budapest.

YADAV, A. K. (ed.) (2007): Determination of Mineral and Trace Elements in Some Spices Cultivated in Turkey. Acta Hort. 756.

ZIMMERMANN, B. M., HURRELL, F. R. (2007): Nutritional iron deficiency. The Lancet. 370. 511-520.